

神奈川県立博物館
研究報告
自然科学22号

神奈川県立博物館

平成5年1月

目 次

小出良幸：オフィオライトにおけるマグマ・ミキシング 西南日本井原オフィオライトの例	1
平田大二・加藤 昭：東京都奥多摩鉱山産カリオピライト質鉱石中のシーゲン鉱	25
松島義章：岩手県大船渡湾奥の海成沖積層から産出した貝化石の ^{14}C 年代	33
新井田秀一：海色リモートセンシングに対する 植物プランクトンの鉛直分布の影響について	39
高橋秀男：長野県産ゴマノハグサ科・コゴメグサ属とゴマノハグサ属の検討	43
勝山輝男：日本産アオスゲ類の再検討	53
広谷浩子・吉村友男：飼育下における小型新世界ザル (マーモセット, タマリン) の育児分担行動	69
中村一恵：三浦半島沿岸に生息していたニホンアシカについて	81
高桑正敏：屋久島産オビハナノミ属の特異な 1 新種	91

CONTENTS

KOIDE, Yoshiyuki : Magma mixing in the ophiolite: in the case of Ibara ophiolite, Southwest Japan	1
HIRATA, Daiji & Akira KATO : Siegenite in a caryopelite ore from the Okutama mine, Tokyo	25
MATSUSHIMA, Yoshiaki : Radiocarbon Age of the Molluscan Shell from the Holocene Marine Deposits in the Oohunato Bay, Iwate Prefecture	33
NIIDA, Shuichi : Effect of Phytoplankton Vertical Profile at Ocean Color Remote Sensing.....	39
TAKAHASHI, Hideo : A Revision of the Genera <i>Euphrasia</i> and <i>Scrophularia</i> (Scrophulariaceae) in Nagano Prefecture, Central Japan	43
KATSUYAMA, Teruo : A taxonomic study of <i>Carex leucochlora</i> and its allies (Cyperaceae) in Japan	53
KUDO-HIROTANI, Hiroko & Tomoo YOSHIMURA : Communal care of offspring in captive marmosets and tamarins	69
NAKAMURA, Kazue : A Note on the Japanese Sea Lion, <i>Zalophus californianus</i> <i>japonicus</i> (PETERS, 1866), Living on the Coast of the Miura Peninsula, Kanagawa Prefecture	81
TAKAKUWA, Masatoshi : A Peculiar New Species of the Mordellid Genus <i>Glipe</i> (Coleoptera) from Yakushima Island, Southwest Japan	91

Magma mixing in the ophiolite: in the case of Ibara ophiolite, Southwest Japan

Yoshiyuki KOIDE
(Kanagawa Prefectural Museum)

オフィオライトにおけるマグマ・ミキシング 西南日本井原オフィオライトの例

小 出 良 幸
(神奈川県立博物館)

井原オフィオライトの噴出相の変玄武岩は、MORB 類似のソレライトである。井原変玄武岩は、斑晶組み合わせによって、3つのタイプに区分できる。3つのタイプの成因関係は、マグマ・ミキシングによって説明できる。SO type と呼ぶ未分化なマグマ（スピネル、カンラン石、斜長石が晶出）が、しばしば PC&NP type と呼ぶ分化したマグマ溜り（斜長石、単斜輝石、カンラン石が晶出）に注入された。TR type と呼ぶミキシングしたマグマは、 Cr_2O_3 に富んでくる。 Cr_2O_3 の増加によってスピネルの初相領域が広がり、 TiO_2 に富んだスピネルが斜長石、単斜輝石、カンラン石と一緒に晶出し始める。TR type の単斜輝石に認められる波状逆累帯構造は、このようなミキシングのシナリオを支持している。

Abstract The Ibara metabasalt, effusive member of the Ibara ophiolite, is a MORB-like tholeiite, which is classified into three rock types with phenocryst assemblage. Genetic relationship among these rock types can be explained in term of magma mixing. The unfractionated primordial magma (SO type), which was crystallizing spinel, olivine and plagioclase, sometimes refill magma chamber (PC&NP type), where the fractionated magma was crystallizing plagioclase, clinopyroxene and olivine. The enfilled magma had been mixed with the fractionated magma. The mixed magma (TR type) became to be enriched in Cr_2O_3 . Effect of Cr_2O_3 enrichment expanded spinel liquidus field. Consequently, the TR type magma started the crystallization of high- TiO_2 spinel together with plagioclase, clinopyroxene and olivine. The oscillatory reverse compositional zoning in clinopyroxene of the TR type metabasalt supports above the mixing scenario.

I. Introduction

O'HARA (1977) proposed the open magma chamber model of mid-ocean ridge basalt, that less fractionated magma successively injects into fractionating magma chamber in steady state. This magma mixing model in MORB is supported by various evidence (e.g., DONALDSON and BROWN, 1977; DUNGAN and RHODES, 1978; RHODES et al., 1979; WALKER et al., 1979). The crystallization process of ophiolitic basalts, most of which are fragments of an ancient oceanic crust, has not been clear, because their original rock and mineral chemistries usually have been modified as a result of metamorphism and alteration, such as ocean floor metamorphism, ocean floor weathering, and metamorphism during or after emplacement. Many studies on tectonic setting of ophiolitic basalts have been made using chemical affinity of immobile elements to recent oceanic basalt (e.g., BASS et al., 1973; MIYASHIRO, 1975; PEARCE et al., 1975, 1977). Although the Ibara metabasalt has been affected by metamorphism and alteration, the primary mineral phases, such as clinopyroxene and spinel, and igneous textures are preserved. In this paper, the author investigated field occurrence, mineral phase assemblage, relict mineral chemistry and immobile element abundances, and showed the information possible to make clear the crystallization and magma mixing processes similar to O'HARA (1977)'s open magma chamber model. This method may be adapted for other ophiolites and is useful to identify the magmatic processes of ophiolites.

II. Geologic Outline

The Maizuru Tectonic Belt is located between the Permian (HASE, 1964) and the Jurassic accretion complexes (HASHIMOTO, 1972; HASHIMOTO and SAITO, 1976; ISHIGA, 1983, 1985a, b, 1986a, b; CARIDROIT et al., 1985) in the Inner Zone of Southwest Japan. This tectonic belt consists of Late Carboniferous and Early Permian ophiolites (KOIDE et al., 1987), which are overlain by terrestrial sedimentary rocks of Late Permian and Triassic age.

The late Paleozoic ophiolite in the Ibara area belongs to the western extension of the Maizuru Tectonic Belt. The ophiolite is composed of Lower, Middle and Upper Members in ascending order, with accessory metagabbro and ultramafics. Three members and plutonic rocks are in fault contact with each other. These members are general E-W strike and dip homoclinally about 40° N (Fig. 1). In the southeastern margin of the area, these members are intruded by Cretaceous granite and are overlain by Cretaceous rhyolite.

Lower Member: The Lower Member is up to 1000 m thick. The lower part of this member is intruded by a granitic stock and affected by contact metamorphism. This member consists mainly of metabasalt with small amounts of hyaloclastite and intercalated black slate.

Middle Member: The black and massive slate intercalated with a few beds of conglomerate and metabasalt is the dominant rock type of the Middle Member which is up to 800 m thick. The conglomerate consists of subrounded to angular cobbles and pebbles of various rocks such as granite, diorite, metagabbro, metabasalt, arkose sandstone, volcanic sandstone, and slate. These fragments are poorly sorted, and a muddy matrix increases upward.

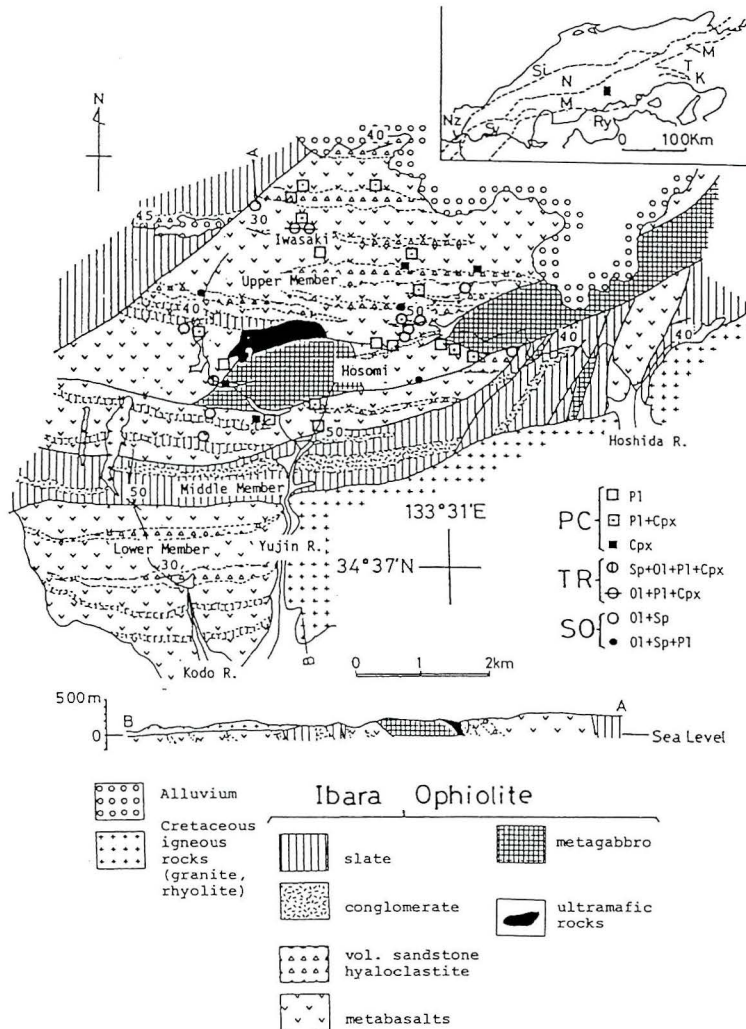


Fig. 1. Geologic map of the Ibara area and distribution of the rock types of the Upper Member porphyritic metabasalts. Abbreviations for inset. Nz: Nagato Tectonic Zone, Sy: San-yo branch of the Sangun Belt, Si: San-in branch of the Sangun Belt, Ry: Ryoke Belt, N: North Zone of the Sangun Belt, K: Kamigori Belt, T: Tamba Belt, M: Maizuru Tectonic Belt (simplified from NISHIMURA et al., 1977). The rock types of SO, TR and PC are classified by phenocryst assemblage.

Upper Member: The Upper Member, having total thickness of about 2000 m, is composed mainly of slightly vesicular metabasalts with minor amounts of hyaloclastite and black slate. Red shale and chert are rarely found. Original structures of pillow lavas, dykes and hyaloclastite are well preserved. The pillow lavas, the main constituent of the Upper Member, are commonly close-packed. Dykes are not commonly found. Black slate is less abundant in

Table 1. Mineral assemblages of the Upper Member metabasalts

rock	phenocryst	groundmass	texture	Abundance
NP type	none	pl (pseudomorph) cpx (relict) ol (pseudomorph) ore (pseudomorph) glass (altered)	glassy variolithic intergranular intersertal subophitic ophitic	61.0 %
SO type	moderately sp+ol sp+ol+pl	ol (pseudomorph) sp (relict) cpx(relict) pl (pseudomorph) ore (pseudomorph) glass (altered)	glassy variolithic	12.5 %
PC type	sparsely pl cpx pl+cpx	pl (pseudomorph) cpx (relict) ol (pseudomorph) ore (pseudomorph) glass (altered)	glassy variolithic intergranular intersertal subophitic ophitic	24.3 %
TR type	moderately sp+ol+pl+cpx	cpx (relict) pl (pseudomorph) sp (relict) ore (pseudomorph) glass (altered)	glassy intersertal variolithic	2.2 %

Abundance is obtained the numbers of specimens classified under the microscope. Abbreviations. sp: spinel, ol: olivine, pl: plagioclase, cpx: clinopyroxene, ore: oxide minerals (mainly titanomagnetite).

the lower horizon than in the upper horizon.

Metagabbro has a fine- to coarse-grained gneissose texture, and has been metamorphosed to amphibolite facies. The ultramafic rocks have wehrlitic composition but are mostly altered into serpentinite. Blocks of clinopyroxenite, ranging from one to several meters in diameter, are sometimes found in the wehrlite. No igneous layering can be observed.

III. Petrography of Metabasalts

Metabasalt from the Upper Member consists of porphyritic and non-porphyritic rocks. About 60% of the metabasalts are of the non-porphyritic one (Table 1).

The non-porphyritic (NP) metabasalt of the Upper Member has fine- to coarse-grained textures. A typical textural change can be observed within a pillow lobe as follows; glassy, variolithic, intersertal, intergranular, subophitic and ophitic from rim to core. The glassy part

is commonly altered to a fine-grained aggregate of oxides and sheet silicates. The variolitic part is composed mainly of variolitic plagioclase, skeletal and dendritic clinopyroxenes, oxide minerals, and altered glass. The intersertal and intergranular parts are made up mainly of plagioclase laths, subhedral to granular clinopyroxene, oxide minerals and/or altered glass. The subophitic and ophitic parts consist of tabular plagioclase and anhedral clinopyroxene.

The porphyritic metabasalts of the Upper Member are essentially classified into the following three rock types; spinel + olivine $\pm$ plagioclase (SO), plagioclase + clinopyroxene (PC), and transitional types (TR).

Spinel + olivine $\pm$ plagioclase Type (SO type): The SO type metabasalt amounts to about 30 % of the porphyritic rocks and is moderately olivine phyric (2 ~ 10 vol.% phenocryst). This type rock contains scarcely plagioclase phenocrysts. Olivine phenocrysts include spinel. Igneous textures are preserved even though the rocks are highly altered. This type of metabasalt commonly has a glassy groundmass rich in dendritic clinopyroxene.

Plagioclase + clinopyroxene Type (PC type): The PC type metabasalt is usually sparsely phyric (<2 vol.% phenocryst) and contains phenocrysts of plagioclase and/or clinopyroxene. Plagioclase phenocrysts rarely include clinopyroxene crystals. The groundmass is similar to that of the non-porphyritic metabasalt.

Transitional Type (TR type): The TR type metabasalt comprises two phenocryst assemblages of spinel + olivine + plagioclase + clinopyroxene (TR-1) and olivine + plagioclase + clinopyroxene. The clinopyroxene phenocrysts are mostly euhedral but rarely anhedral or granular. The groundmass of this type is similar to that of both the SO and PC type metabasalts.

The major part of the metabasalt of the Lower Member has been subjected to late contact metamorphism by Cretaceous granite, and so primary igneous textures are rarely preserved.

All rock types of the porphyritic metabasalt (SO, PC and TR types) are distributed throughout the Ibara area as shown in Fig. 1. The abundance of the SO, PC and TR type metabasalts is also observed in columnar sections obtained along some routes (Fig. 2). For example, PC, NP, PC, NP, TR and PC type metabasalts occur successively from lower to upper in a continuous outcrop along the route D. Such occurrences suggest that each rock type was not derived from a tectonic slice of different magma origin, but rather the rocks were formed by a magmatism having genetic relationship.

IV. Bulk Rock Chemistry

Major element analyses were carried out using an X-ray fluorescence analyzer (JEOL Model JSX-60S7). Ni and Cr were measured by atomic absorption spectrometer (AA-475, Varian Techtron). Table 2 lists analyses of the Upper Member metabasalts of the Ibara ophiolite. New analyses of JB-1 and JG-1 are also given in Table 2, which agree fairly well with the recommended values (ANDO et al., 1974).

KOIDE (1986; 1990) and KOIDE et al. (1987) have found that the Ibara metabasalts belong to the tholeiitic rock series, and are characterized by

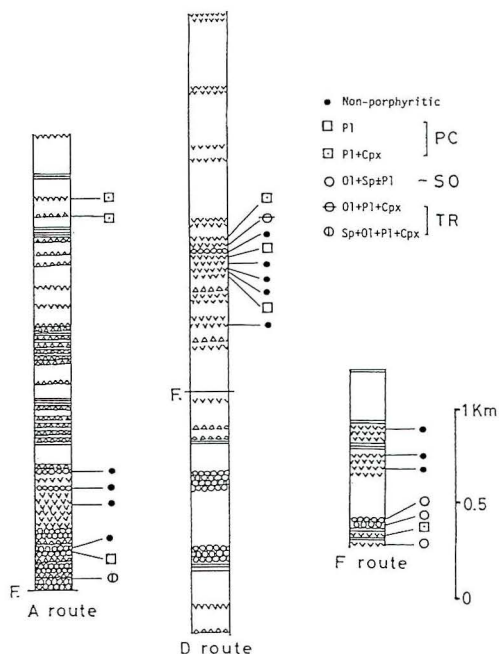


Fig. 2. Columnar sections along the A, D and F routes showing the sequence of the rock types of the Upper Member metabasalts.

- 1) low FeO^*/MgO ,
- 2) TiO_2 contents higher than arc tholeiites and less than ocean island tholeiites,
- 3) low Rb and Sr contents, and
- 4) high initial Nd isotope ratio.

These features correspond to chemical characteristics of MORB. However, the Ibara metabasalts have slightly higher SiO_2 contents and higher normative plagioclase contents than typical MORB. Relatively higher initial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ratios are also characteristics of the Ibara metabasalts. These chemical characteristics suggest that the Ibara ophiolite was derived from a marginal sea mantle (KOIDE, 1990).

In MORB-like tholeiitic rocks, Ti is partitioned into clinopyroxene and Fe-Ti oxides. Since relict clinopyroxene preserves its initial chemistry, its Ti is immobile. Titanomagnetite which is another Ti-bearing mineral of the Ibara metabasalts contains exsolved magnetite and ulvospinel, the latter of which is sometimes replaced by sphene. Accordingly, Ti is fixed in sphene and ulvospinel, and was experientially not removed or leached during metamorphism and alteration.

Chromium is partitioned between clinopyroxene and spinel. Both minerals are usually preserved as relicts, so that Cr can be regarded as an immobile element.

Nickel is concentrated in olivine. In the Ibara metabasalt, however, olivine is completely altered and recrystallized to serpentine+sphene or clinozoisite+serpentine with small amounts of opaque minerals. Ni should be fixed into Ni bearing metals, sulfides, arsenides or serpentine minerals during serpentinization (KANEOKA et al., 1964, 1975; CLARK, 1969). Then

Table 2. Bulk rock compositions of the Upper Member metabasalts

No.	SO-1	SO-2	SO-3	SO-4	SO-5	TR-1	PC-1	PC-3	PC-4	PC-5	PC-6	PC-7	PC-8	PC-9	PC-10	NP-1	NP-2
SiO ₂	50.79	50.89	50.35	50.70	52.86	49.64	51.20	50.98	52.19	50.99	52.09	51.77	54.25	50.42	50.22	51.04	50.78
TiO ₂	0.73	0.81	0.72	0.72	0.75	1.10	1.30	1.58	2.21	1.45	1.56	1.61	2.02	1.40	2.79	1.27	1.49
Al ₂ O ₃	14.94	14.21	14.87	15.86	15.31	15.81	14.68	14.10	14.51	14.64	13.92	14.18	12.15	15.91	14.60	14.46	13.52
FeO*	10.18	10.91	9.58	10.31	9.91	9.26	10.89	10.81	12.10	11.92	11.76	11.28	11.45	11.04	13.48	10.06	11.85
MnO	0.25	0.16	0.13	0.27	0.07	0.16	0.21	0.20	0.24	0.24	0.09	0.19	0.24	0.16	0.17	0.18	0.28
MgO	8.58	6.87	5.70	5.34	3.68	10.70	9.13	7.31	7.27	7.12	7.12	7.00	6.92	5.75	4.02	8.94	8.81
CaO	11.86	12.22	14.17	13.08	13.96	9.42	9.09	12.04	7.93	9.61	8.61	10.27	9.19	11.66	8.37	10.32	10.26
Na ₂ O	1.92	3.59	3.77	3.43	3.11	2.29	2.59	2.65	2.61	2.68	3.05	2.74	3.75	3.23	3.82	3.12	2.80
K ₂ O	0.67	0.27	0.49	0.13	0.19	1.49	0.79	0.15	0.69	1.27	1.68	0.75	0.03	0.25	1.25	0.50	0.08
P ₂ O ₅	0.08	0.07	0.22	0.16	0.16	0.13	0.12	0.18	0.25	0.08	0.12	0.21	n.a.	0.18	0.16	0.11	0.13
Ni(ppm)	194.0	227.1	167.1	173.3	217.2	180.2	84.3	67.3	81.4	31.4	39.5	61.3	38.0	112.0	14.4	68.3	74.8
Cr(ppm)	760.1	605.8	661.2	797.7	1285.7	350.9	279.4	231.7	229.4	183.3	190.9	179.7	34.0	337.8	18.7	288.9	210.8

No.	NP-3	NP-4	NP-6	NP-7	NP-8	NP-9	NP-10	NP-11	NP-12	NP-13	NP-14	NP-16	NP-17	NP-18	JB-1#	JB-1##
SiO ₂	51.38	53.59	52.15	51.52	52.58	51.55	51.94	49.69	51.36	48.45	53.24	52.08	51.53	55.55	53.47	53.39
TiO ₂	1.36	1.31	1.68	1.48	1.74	1.46	1.70	2.28	2.05	2.22	2.04	1.42	1.88	1.67	1.39	1.38
Al ₂ O ₃	13.73	13.25	13.47	14.30	11.19	14.05	13.61	15.89	14.21	14.53	12.78	15.11	14.69	14.00	14.93	14.83
FeO*	11.48	10.80	12.28	10.53	12.39	10.43	11.79	10.38	13.17	14.08	12.99	11.36	12.27	11.26	8.15	8.29
MnO	0.23	0.23	0.26	0.18	0.22	0.19	0.21	0.16	0.26	0.18	0.26	0.17	0.16	0.13	0.16	0.15
MgO	8.20	8.19	8.00	7.90	7.66	7.65	7.60	7.17	7.13	6.92	6.73	6.55	5.53	4.96	8.02	7.89
CaO	11.97	9.44	8.22	10.14	11.02	11.20	9.43	9.56	8.92	10.40	8.50	8.00	8.78	8.84	9.35	9.48
Na ₂ O	1.35	2.81	3.58	3.65	3.17	3.34	3.47	3.65	2.53	3.01	3.11	4.86	4.89	3.06	2.85	2.86
K ₂ O	0.17	0.26	0.20	0.19	0.03	n.d.	0.11	0.93	0.14	n.d.	0.15	0.30	0.27	0.37	1.43	1.46
P ₂ O ₅	0.13	0.12	0.16	0.11	n.a.	0.13	0.14	0.29	0.23	0.21	0.20	0.15	n.a.	0.16	0.25	0.27
Ni(ppm)	58.4	56.6	41.0	65.6	31.4	54.1	48.1	96.0	29.9	32.1	30.4	56.6	32.9	28.4	198.9	135
Cr(ppm)	197.5	93.9	97.7	260.3	69.2	213.8	128.2	237.8	76.8	133.9	68.2	253.0	92.9	130.1	388.1	405

The compositions recalculated on water free basis. *: total iron as FeO, n.a.: not analysed. SO: SO type metabasalt, TR: TR type metabasalt, PC: PC type metabasalt, NP: NP type metabasalt, #: this work, ##: Ando et al. (1974).

Ni may be immobile.

In MORB-like tholeiites, TiO_2 increases, and Ni and Cr decrease with fractionation of spinel, olivine, clinopyroxene and plagioclase. Titanomagnetite occurs as a quench mineral in the groundmass of the Ibara metabasalts. Ti participated in melt as an incompatible element during fractional crystallization, whereas Cr and Ni acted as compatible elements. Accordingly, Ti, Ni and Cr are useful indicators of the extent of fractional crystallization.

The SO type metabasalt is low in TiO_2 (<1.0 wt%), and high in Cr (>600 ppm) and Ni (>160 ppm) contents (Fig. 3). On the other hand, the PC and NP type metabasalts have high TiO_2 (>1.2 wt%), and low Cr (<340 ppm, <290 ppm) and Ni contents (<120 ppm, <100 ppm, respectively). The TR type metabasalt is characterized by intermediate amounts of TiO_2 (1.1 wt%), Cr (350 ppm), and Ni (180 ppm) between the SO type, and the PC and NP types.

It is noteworthy that the PC and NP type metabasalts are similar to each other in TiO_2 , Cr and Ni contents and they also have similar mineral assemblage. The PC type metabasalt contains small amounts of plagioclase and clinopyroxene phenocrysts, that is, sparsely phyric rock. The PC type metabasalt is regarded as being derived from the same magma as the NP type metabasalt. Therefore, the PC and NP type metabasalts are treated as the same rock type (PC&NP type).

V. Mineral Chemistry

Of the Ibara metabasalts, rock forming minerals are spinel, olivine, plagioclase and clinopyroxene. The chemistry of the preserved minerals provides important information on the magmatic character of the rocks. Spinel is present in the SO and TR type metabasalts, while clinopyroxene occurs in the TR and PC&NP type metabasalts.

1. Spinel

Spinel from MORB has a low Fe^{3+} content (BRYAN, 1972; RIDLEY et al., 1974; SIGURSSON and SCHILLING, 1976), and this characteristic is useful in determining magma affinity of MORB and ophiolitic basalts.

Spinel of the Ibara metabasalt occurs as microphenocryst and as minute crystal included in olivine phenocryst or in the groundmass. There is no difference in the composition among all types of spinel in the same sample (Table 3).

In the Ibara metabasalt, spinel is characterized by low $\text{Fe}^{3+}/(\text{Cr} + \text{Al} + \text{Fe}^{3+})$ (<0.1) and $\text{Cr}/(\text{Cr} + \text{Al})$ ratios (0.4~0.5), and is similar to MORB spinel (KOIDE, 1986).

In TiO_2 -Cr/(Cr + Al) diagram (Fig. 4), spinel of the TR type metabasalt has a higher TiO_2 content (>0.5 wt%) than that of the SO type metabasalt (<0.5 wt%).

Fe^{3+} content of spinel in the TR type metabasalt is relatively higher than that in the SO type with the same mg value. Fe^{3+} and FeO of the SO type metabasalt (<1.2 and 7.0 wt%) are also lower than those of the TR type (>1.3 and >7.0 wt%, respectively).

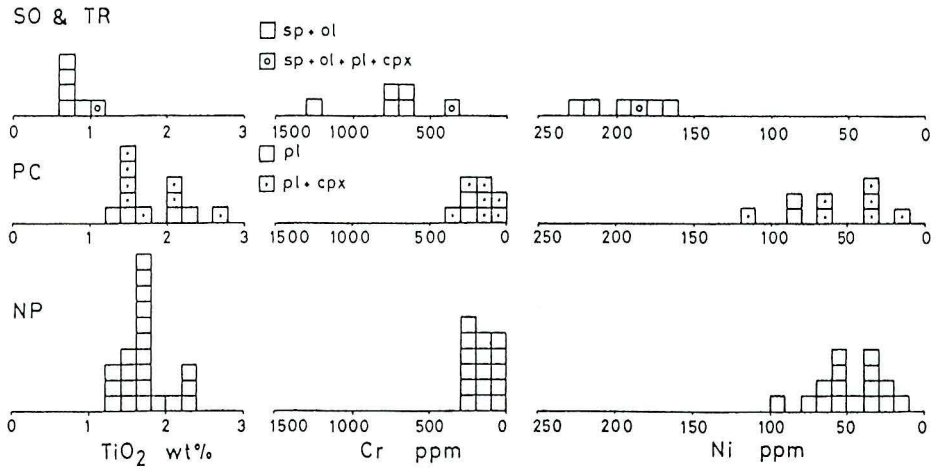


Fig. 3. TiO_2 , Ni and Cr histograms of the Ibara metabasalt.

2. Clinopyroxene

Clinopyroxene Al-Si and Ti-Al diagrams (KUSHIRO, 1960) for discrimination of magmatic parentage have been widely used (e.g. LEBAS, 1962; AOKI, 1964). MARUYAMA (1976) advocated the boundaries between tholeiitic and alkaline rock series. TAKASAWA and HIRANO (1977) have also proposed the Al_2O_3 -FeO diagram to discriminate rock series.

Representative clinopyroxene analyses of the Ibara metabasalt are listed in Table 4. Clinopyroxene phenocrysts from the Ibara metabasalt are characterized by high Si (1.85~1.95), low Al (0.07~0.15) and low Ti (0.01~0.03). Groundmass clinopyroxene shows

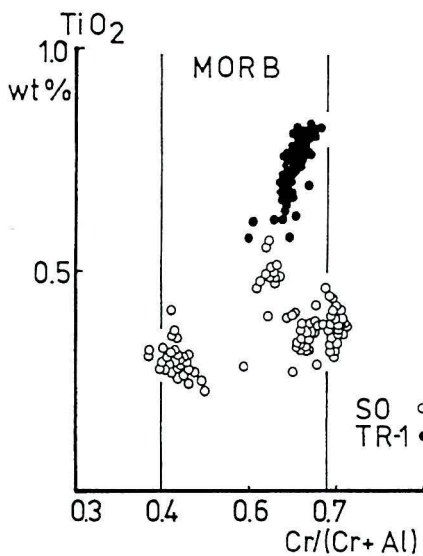


Fig. 4. TiO_2 - $\text{Cr}/(\text{Cr} + \text{Al})$ diagram for spinels of the SO and TR type metabasalts. Compositional field of spinels from MORB are shown by two solid lines (after DICK and BULLEN, 1984).

Table 3. Representative spinel compositions

	SO-1		SO-2		SO-3		SO-4		SO-5		TR-1	
	inGM	inOL	inGM	inOL	inGM	inOL	inGM	inOL	inGM	inOL	inGM	inOL
SiO ₂	0.12	0.14	0.11	0.11	n.d.	n.d.	0.12	0.10	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
TiO ₂	0.37	0.39	0.48	0.50	0.39	0.34	0.31	0.28	0.38	0.45	0.77	0.75
Al ₂ O ₃	22.72	22.04	24.67	24.95	23.57	22.97	31.89	30.67	20.94	20.63	21.44	21.79
Fe ₂ O ₃ *	4.32	4.17	4.64	4.88	6.48	6.03	3.49	5.42	5.98	5.62	7.44	7.13
FeO	12.31	17.29	14.60	15.65	12.65	12.07	12.72	12.31	14.32	12.68	15.36	15.27
MnO	0.30	0.54	0.32	0.36	0.28	0.26	0.27	0.17	0.22	0.21	0.36	0.25
MgO	14.89	12.05	13.89	13.29	14.89	15.35	15.83	16.22	13.63	14.61	13.32	13.31
CaO	0.16	0.16	0.23	0.08	0.25	0.15	0.06	0.05	0.12	0.19	0.08	0.10
Na ₂ O	n.d.	0.01	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.04
K ₂ O	n.d.	0.01	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Cr ₂ O ₃	43.63	44.59	41.22	40.15	41.79	43.45	35.08	35.56	44.34	45.42	41.91	41.47
NiO	0.20	0.18	0.16	0.17	0.16	0.14	0.24	0.19	0.13	0.12	0.08	0.16
CoO	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0.06	0.06	n.a.	n.a.	n.d.	0.06	n.a.	n.a.
Total	99.02	101.57	100.32	100.14	100.52	100.82	100.01	100.97	100.06	99.99	100.76	100.27
Oxygen = 32												
Si	0.028	0.033	0.026	0.026	-	-	0.028	0.023	-	-	-	-
Ti	0.067	0.072	0.088	0.092	0.070	0.062	0.054	0.049	0.070	0.082	0.142	0.139
Al	6.562	6.332	7.038	7.151	6.705	6.151	8.760	8.386	6.093	5.974	6.205	6.322
Fe ³⁺	0.795	0.765	0.845	0.893	1.177	1.093	0.612	0.946	1.111	1.038	1.376	1.322
Fe ²⁺	2.523	3.526	2.956	3.182	2.553	2.429	2.480	2.389	2.956	2.605	3.155	3.143
Mn	0.062	0.112	0.065	0.073	0.058	0.052	0.052	0.034	0.046	0.044	0.075	0.052
Mg	5.439	4.379	5.011	4.817	5.359	5.509	5.502	5.610	5.016	5.353	4.878	4.884
Ca	0.042	0.041	0.059	0.021	0.065	0.040	0.014	0.013	0.032	0.051	0.022	0.025
Na	-	0.006	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.018
K	-	0.002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cr	8.453	8.595	7.889	7.719	7.977	8.269	6.465	6.524	8.656	8.823	8.136	8.073
Ni	0.029	0.026	0.024	0.025	0.023	0.020	0.034	0.026	0.020	0.017	0.012	0.023
Co	-	-	-	-	0.012	0.011	-	-	-	0.013	-	-

*: Fe₂O₃ is calculated by stoichiometry, inGM: spinel in groundmass, inOL: spinel in olivine, n.d.: not detected, n.a.: not analyzed.

a decreasing trend of Al₂O₃ (2 to 4 wt%) with increasing FeO (7 to 10 wt%). Therefore, the clinopyroxene chemistries of the Ibara metabasalt show a tholeiitic parentage (KOIDE, 1986).

Cores of phenocrystic clinopyroxene in the PC&NP type metabasalt are augite, while those in the TR type are endiopsidite (Fig. 5A). The clinopyroxene in the TR type metabasalt is richer in Mg than those of the PC&NP type.

Clinopyroxene cores in the TR type metabasalt have lower Ti contents (Fig. 5B) than 0.01 (average TiO₂ = 0.35 wt%). On the other hand, the Ti contents of the PC&NP type metabasalt exceed 0.01 (TiO₂ > 0.4 wt%). There is notable difference in Cr₂O₃ content between clinopyroxenes of the TR and PC&NP type metabasalts. The clinopyroxene of the TR type metabasalt is higher in Cr₂O₃ than that of the PC&NP type, which has less than 1.0 wt% (Fig. 5C).

Fig. 6 shows zoning patterns of the clinopyroxene in each rock type. The clinopyroxene of NP-3 is ophitic, and those of PC-7 and TR-1 are phenocrysts. From core to rim, the clinopyroxenes of NP-3 and PC-7 show a decrease in MgO and Cr_2O_3 with increasing FeO. These zoning is normal. The clinopyroxene of TR-1 has a complex zoning pattern for each element.

The plate shows the microprobe elemental map analyses of a clinopyroxene phenocryst from TR-1. The maps show the zone profile from rim to core of TR-1 clinopyroxene. The colors, black, blue, cyan, green, yellow, red, mazarine and white in these maps show Mg, Fe and Cr in increasing order of concentration. The complex zone of the TR type is characteristically observed in Cr map. The others show simple normal zonings. The Cr concentration from the inner to outer core changes high to low. This pattern is typical normal zoning. Whereas, the Cr concentration from the outer core to the rim becomes higher than core. Furthermore, the pattern is oscillatory. This complex zoning pattern obviously an oscillatory reverse zoning. The same patterns are observed in the Al_2O_3 and TiO_2 shown in Fig. 6.

VI. Discussion

1. Fractional crystallization

Variations of TiO_2 , Cr and Ni contents suggest that the SO type metabasalt is the least fractionated, while the PC&NP type is the fairly fractionated. The TR type has intermediate degree of fractionation. The PC&NP type metabasalt shows the wide chemical variation.

The compositional variation of PC&NP type magma was controlled by fractional crystallization of olivine, plagioclase and clinopyroxene. The variation trend of PC&NP type can be interpreted by the Rayleigh fractionation model. Distribution coefficients used for calculation of the Ibara metabasalts are given in Fig. 7.

The arrows on the right sides of Cr- and Ni- TiO_2 diagrams (Fig. 7) show the fractionation trends of residual melt with proportion of crystallization of respective mineral. If the

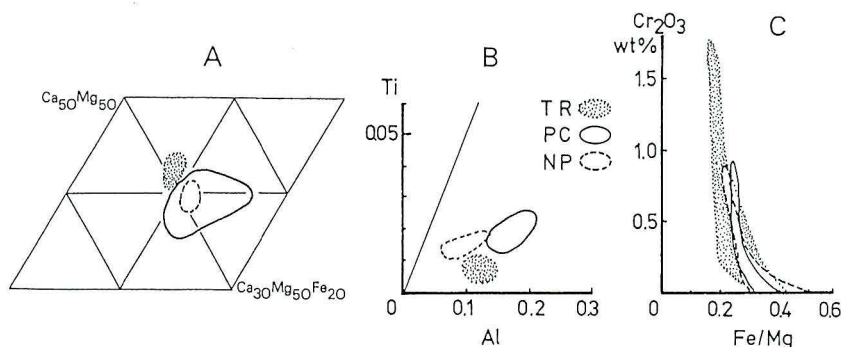


Fig. 5A, B and C. Fe-Mg-Ca, Ti-Al and Cr_2O_3 -Fe/Mg diagrams for clinopyroxene of the TR, PC and NP type metabasalts. PC and NP type clinopyroxenes show core data in Fig. A and B, while that of TR type represents outer core data where the clinopyroxene equilibrates with a final liquid.

Table 4. Representative clinopyroxene compositions

	TR-1		PC-1		PC-3		PC-6		PC-7		NP-1		NP-2		NP-3		NP-4		NP-7		NP-10	
	Pheno	Pheno	Pheno	Pheno	Pheno	Pheno	inGM	Pheno	inGM	Pheno	inGM	inGM	inGM	inGM	inGM	inGM	Oph	inGM	inGM	inGM	inGM	inGM
SiO ₂	52.09	50.75	49.03	48.59	51.89	52.02	50.59	48.76	51.73	50.47												
TiO ₂	0.35	0.75	0.52	1.69	0.42	0.42	0.54	1.07	0.45	0.68												
Al ₂ O ₃	3.07	3.55	4.78	3.48	2.11	3.53	3.24	2.29	2.11	2.90												
FeO*	4.93	9.91	8.62	10.54	8.94	8.05	18.87	7.09	17.07	8.29												
MnO	0.07	0.25	0.17	0.22	0.24	n.d.	0.31	0.44	0.16	0.23												
MgO	16.85	17.36	15.32	14.85	17.46	19.55	8.75	17.43	16.84	17.35												
CaO	21.24	17.33	19.89	16.79	17.42	16.22	18.94	20.75	19.76	20.26												
Na ₂ O	0.19	0.18	0.26	n.d.	n.d.	0.14	0.24	n.d.	0.19	0.18												
K ₂ O	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.01	n.d.	n.d.	0.01	n.d.												
Cr ₂ O ₃	1.22	0.08	1.06	0.02	0.10	0.32	n.d.	0.33	0.61	0.75												
NiO	0.03	0.07	0.05	n.a.	n.a.	n.d.	0.02	n.a.	0.03	n.d.												
V ₂ O ₅	n.a.	0.15	0.14	0.10	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0.27	n.d.												
Total	100.04	100.38	99.84	99.02	98.92	100.41	100.04	99.90	100.48	100.18												
Oxygen = 6																						
Si	1.905	1.873	1.829	1.891	1.915	1.898	1.866	1.870	1.893	1.879												
Ti	0.010	0.021	0.015	0.038	0.018	0.016	0.050	0.012	0.012	0.015												
Al	0.133	0.155	0.210	0.242	0.153	0.137	0.119	0.092	0.152	0.141												
Fe	0.151	0.306	0.269	0.330	0.279	0.244	0.614	0.202	0.203	0.219												
Mn	0.002	0.008	0.005	0.007	0.008	-	0.010	0.014	0.005	0.006												
Mg	0.919	0.955	0.852	0.828	0.971	1.059	0.507	0.959	0.916	0.955												
Ca	0.833	0.685	0.795	0.673	0.696	0.631	0.790	0.821	0.772	0.801												
Na	0.014	0.013	0.018	-	-	0.010	0.018	-	0.013	0.013												
K	-	-	-	-	-	0	-	-	0.001	-												
Cr	0.035	0.003	0.031	0.001	0.003	0.009	-	0.010	0.018	0.022												
Ni	0.001	0.002	0.001	-	-	-	0	-	0.001	-												
V	-	0.004	0.003	0.003	0.003	-	-	-	0.006	-												

*: total iron as FeO, Pheno: clinopyroxene as a phenocryst, inGM: clinopyroxene in groundmass, Oph: ophitic clinopyroxene, n.d.: not detected, n.a.: not analyzed.

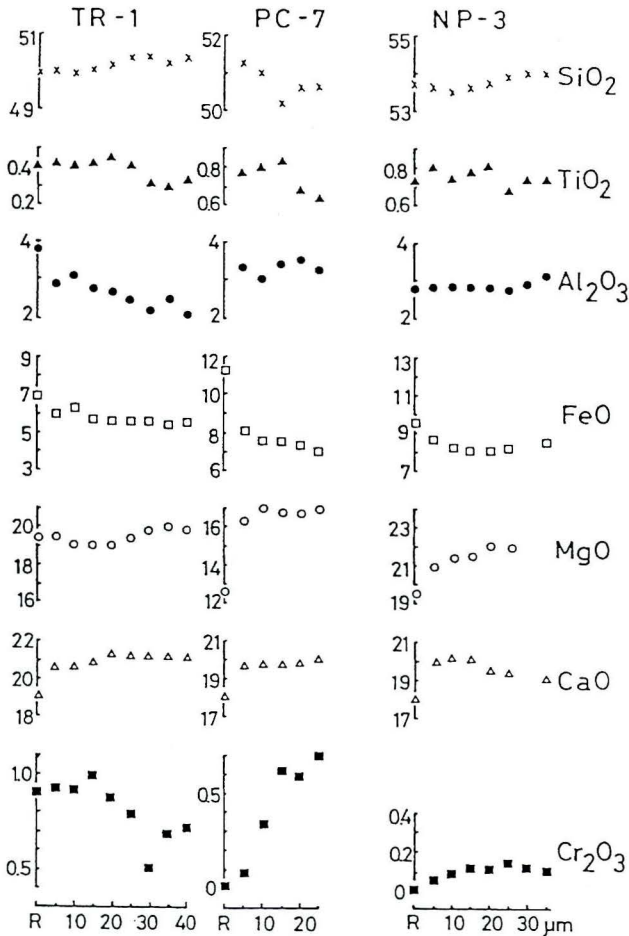


Fig. 6. Zoning patterns of clinopyroxenes of the TR, PC and NP type metabasalts. Oxide wt% versus distance (μm) from the rim (R) to core.

proportion of fractionating minerals are determined, the crystallization trend can be estimated.

The arrows in the center of Fig. 7 show the calculated trends of Rayleigh fractional crystallization. The trends are consistent with actual variation trends.

Phenocrysts of the SO type metabasalt are spinel and olivine which are sometimes accompanied by plagioclase. Fractionation of these minerals at any ratio does not follow variation trends from the SO type magma to the PC&NP type melt through the TR type. Considering fractionation of clinopyroxene, which is observed in cumulate rocks (metagabbro, wehrlite and clinopyroxenite) together with spinel, olivine and plagioclase, the variation of basaltic magma from the SO to PC&NP type metabasalt cannot be explained. For example, the calculated fractionation trends of intermediate mineral assemblage between ultramafic rocks and gabbro (olivine : spinel : clinopyroxene : plagioclase = 26 : 2 : 20 : 52 in volume percent) are shown in Fig. 7 (arrows in the left). The results are inconsistent with the actual trend. Therefore, a simple fractional crystallization model can interpret the variation trend within the PC&NP type magma, but cannot explain the trend from the SO to PC&NP type magma through the TR type magma.

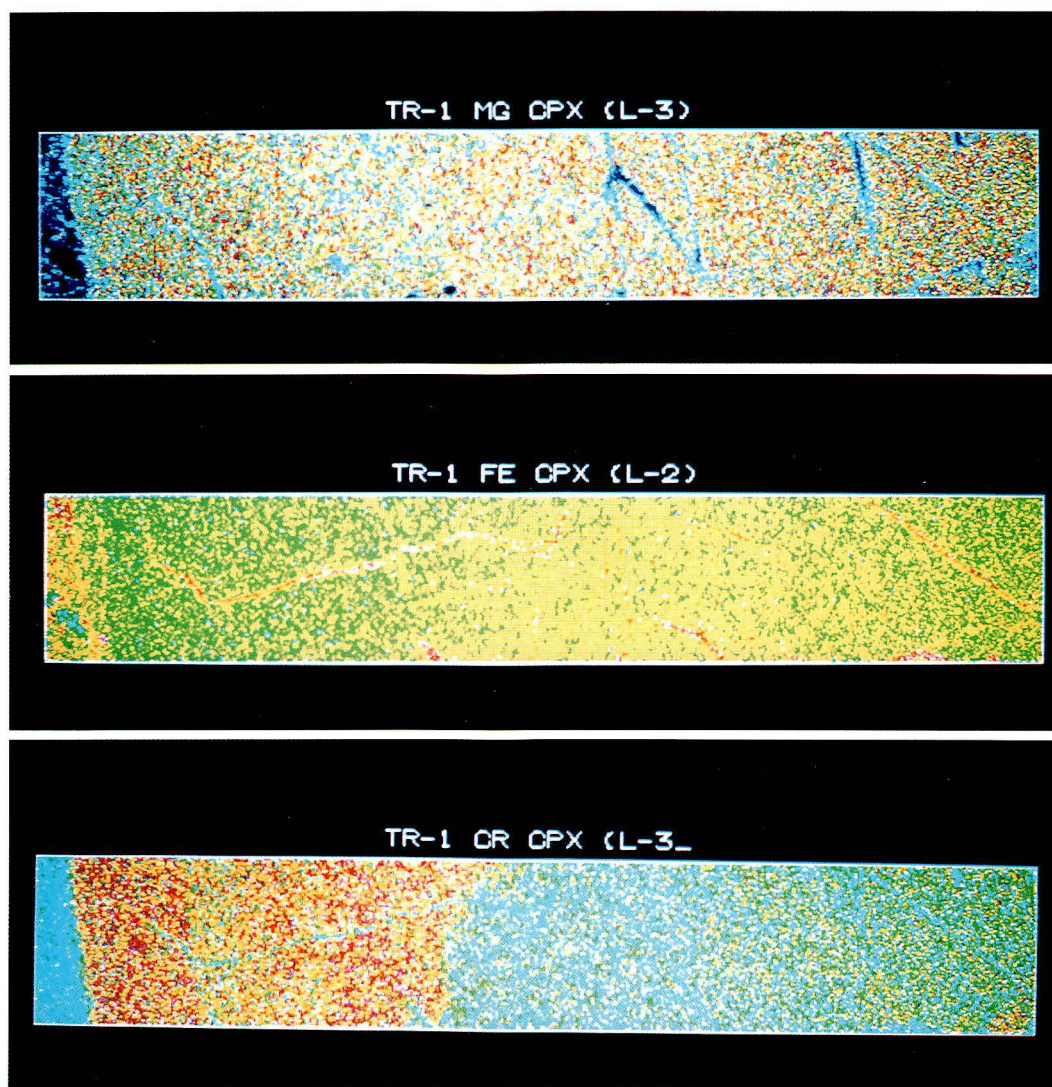


Plate. Contour maps for a clinopyroxene phenocryst of the TR type metabasalt (TR-1). These were obtained by EPMA (JXA-733). The maps are 520 μm in length and 80 μm in width. From the left to right side, the map represents the groundmass and the rim and core of a clinopyroxene phenocryst, successively. Colors show concentrations of elements; black, blue, cyan, green, yellow, red, magarine and white, in increasing order of concentration. The upper, middle and lower of the maps are the Fe, Mg and Cr concentrations, respectively.

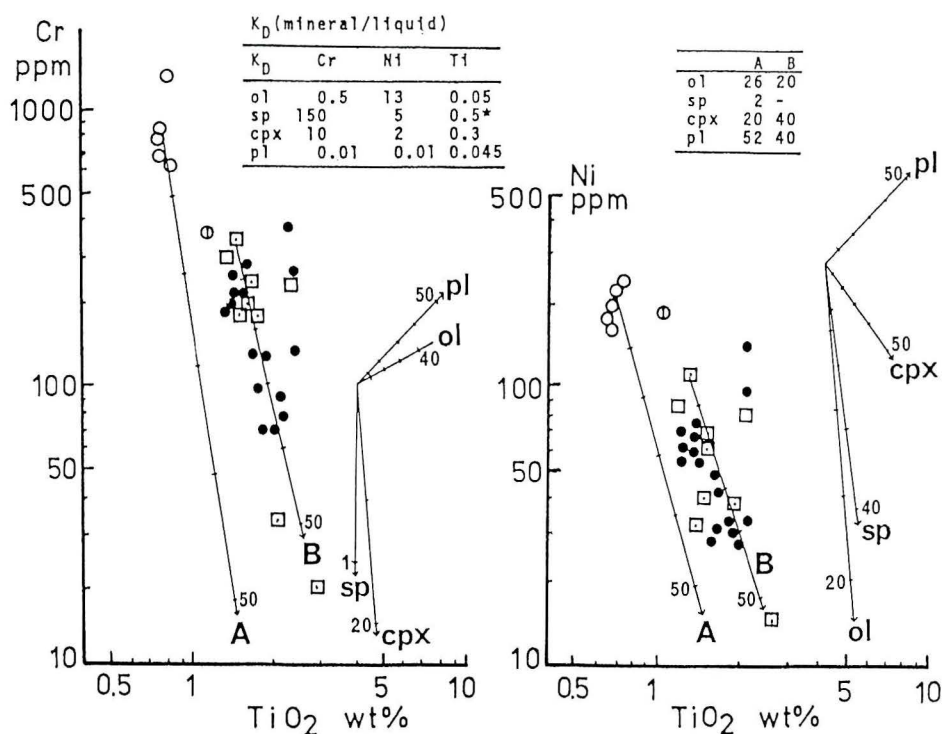


Fig. 7. Rayleigh fractionation of the Ibara metabasalt in Cr- and Ni-TiO₂ diagrams. The inset table in the Cr-TiO₂ diagram shows distribution coefficients (K_D) compiled by literature. The inset table in the Ni-TiO₂ diagram represent volume percent of fractionated minerals in two models (A and B), which show two arrows in the center of each diagram. *; data form Ibara metabasalt. Four mineral arrows in right side of each diagram show volume percent and composition trend of residual melt with fractionating each mineral. Symbols are the same as Fig. 2.

2. Magma Mixing: Evidences and Model

Evidences: The clinopyroxene phenocryst of the TR type metabasalt represents an oscillatory reverse compositional zoning from outer core to rim. Fractional crystallization model cannot account for the chemical variation among three type magmas.

Furthermore, relict mineral chemistries among three rock types show some differences. Spinel composition of the SO type metabasalt is lower TiO₂ content (<0.5 wt%) and Fe³⁺ ratio at the same mg value than those of TR type. Clinopyroxene of the TR type metabasalt is lower in Fe/Mg ratio (>0.18) and Ti content (<0.01) and higher in Cr₂O₃ content (<1.5 wt%) than those of the PC&NP type (Fe/Mg>0.20, Ti>0.01 and Cr₂O₃<1.0 wt%).

Factors governing spinel composition are pressure, oxygen fugacity, temperature, and magma composition (IRVINE, 1965, 1967; THOMPSON, 1973; HILL and ROEDER, 1974; SHIRAKI et al., 1979; NAGAO et al., 1980). In the Ibara metabasalts, there is no need to consider a pressure effect. Because spinel occurs as microphenocrysts in the groundmass, and crystallized at low pressure. With increasing oxygen fugacity, Fe³⁺ in spinel increases while Ti

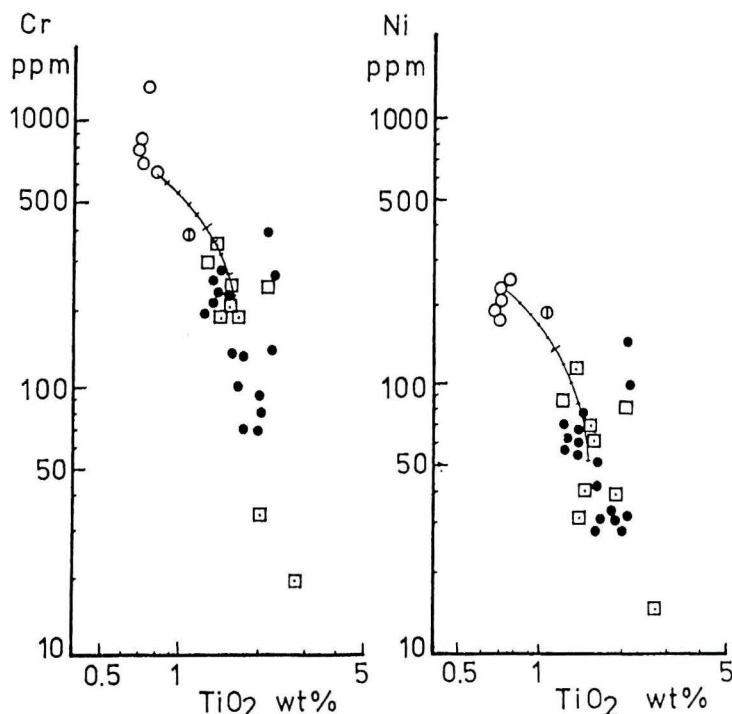


Fig. 8. Cr- and Ni-TiO₂ diagrams of mixing relations between the SO and PC&NP type magmas.

unchanged (HILL and ROEDER, 1974). This is not the case of the Ibara metabasalts. With decreasing temperature, Fe³⁺ in spinel increases and Ti increases slightly (HILL and ROEDER, 1974). This tendency is observed in the Ibara metabasalts, but the increasing degree of Ti is higher than that of Fe³⁺. Therefore, the controlling factor of the spinel compositions in the Ibara metabasalts is neither pressure, oxygen fugacity nor temperature, but rather appears to be magma composition. TiO₂ content of the spinel of the TR type metabasalt is higher than that of the SO type. Thus the spinel of the TR type is not xenocryst derived from the SO type magma, but crystallized in equilibrium from the TR type magma.

Clinopyroxene crystallized at high pressure is characterized by high Al and low Si contents (PRESNALL et al., 1978). Clinopyroxene of the Ibara metabasalt does not have these characters, but is similar to the composition of MORB clinopyroxenes. The clinopyroxene of the Ibara metabasalt is considered to have crystallized at low pressure. The distribution coefficient of Ti between clinopyroxene and liquid generally decreases with increasing temperature (IRVING, 1978). However, both clinopyroxenes of the TR and PC&NP types have similar distribution coefficients which are nearly constant (0.30~0.45). This suggests that TiO₂ contents of clinopyroxenes of these type metabasalts are not controlled by temperature effect, but depend on magma compositions. Similarly, the Cr₂O₃ contents and mg values of the clinopyroxenes may also depend on magma composition. The clinopyroxene of the TR type metabasalt may be derived from the less fractionated magma than the PC&NP type magma.

As mentioned above, three type magmas cannot be interpreted by fractional crystallization of same magma, though the chemical variation trend within the PC&NP type metabasalt can be interpreted by fractional crystallization. Fig. 8 shows the mixing lines of the SO and PC&NP type magmas. The mixing lines connect the SO type metabasalt (SO-2) with the PC&NP type metabasalt (average values of the PC&NP type). This diagram shows that the TR type magma may have been formed by mixing between the SO and PC&NP magmas.

Model: A model of magma mixing for the Ibara metabasalts is supported by 1) oscillatory reverse zoning of clinopyroxene in the TR type metabasalt, 2) the unaccountable fractionation relationship among the SO, TR and PC&NP type magmas, 3) diversity in mineral compositions reflecting differences of their magma compositions, and 4) the TR type metabasalt having mixing composition between SO and PC&NP type magmas.

Crystallization condition can be discussed in terms of a Fo-An-Di system which is a part of the CaO-MgO-Al₂O₃-SiO₂ system. The Fo-An-Di system approximates to a basalt composition and phase relations among spinel, olivine, plagioclase and clinopyroxene can be traced in this system.

In the SO type magma, spinel, olivine and plagioclase crystallize in equilibrium. The PC&NP type magma equilibrates with plagioclase, clinopyroxene and olivine, while the TR type one is cotectic with spinel, olivine, plagioclase and clinopyroxene.

The spinel field in the Fo-An-Di diagram (Fig. 9) is narrow at 1 atm. However the addition of Cr to this system expands the spinel field (ONUMA, 1982, 1983; ONUMA and TOHARA, 1982, 1984). The Ibara metabasalt is plotted in the shaded area.

The SO and TR type metabasalts contain 0.18~0.35 and 0.10 wt% Cr₂O₃, respectively. These Cr₂O₃ contents are still effective enough to expand the spinel field, therefore spinel will crystallize from the SO and TR type magmas in equilibrium. On the other hand, the PC&NP type magma will crystallize plagioclase, clinopyroxene and olivine without spinel because of its low Cr content.

In Fig. 10, the TiO₂ content (ordinate) indicates the degree of crystallization, and Cr₂O₃ content (abscissa) controls the phase boundaries. The field enclosed by solid line shows the chemical compositional ranges of three rock types. The composition of the PC&NP type metabasalt locates in TiO₂-rich side, and that of the SO type in Cr₂O₃-rich side. The TR-1 metabasalt plots between them. The mixing process may be explained as follows: The relatively fractionated PC&NP type magma crystallizes plagioclase, clinopyroxene and olivine. On the other hand, the SO type magma, unfractionated and rich in Cr₂O₃, crystallizes spinel, olivine and plagioclase. When the SO type magma mixed with the PC&NP type magma, the mixed magma (TR-1) is enriched in Cr₂O₃ and the spinel liquidus field expands. The TR-1 magma starts crystallization of spinel and the clinopyroxene develops oscillatory reverse zoning structure.

The SO type metabasalt is observed throughout the Ibara area. This suggests that the SO type magma intermittently injected into the PC&NP type magma chamber. The TR type metabasalt alone characteristically retains clear evidence of magma mixing, and its occurrence

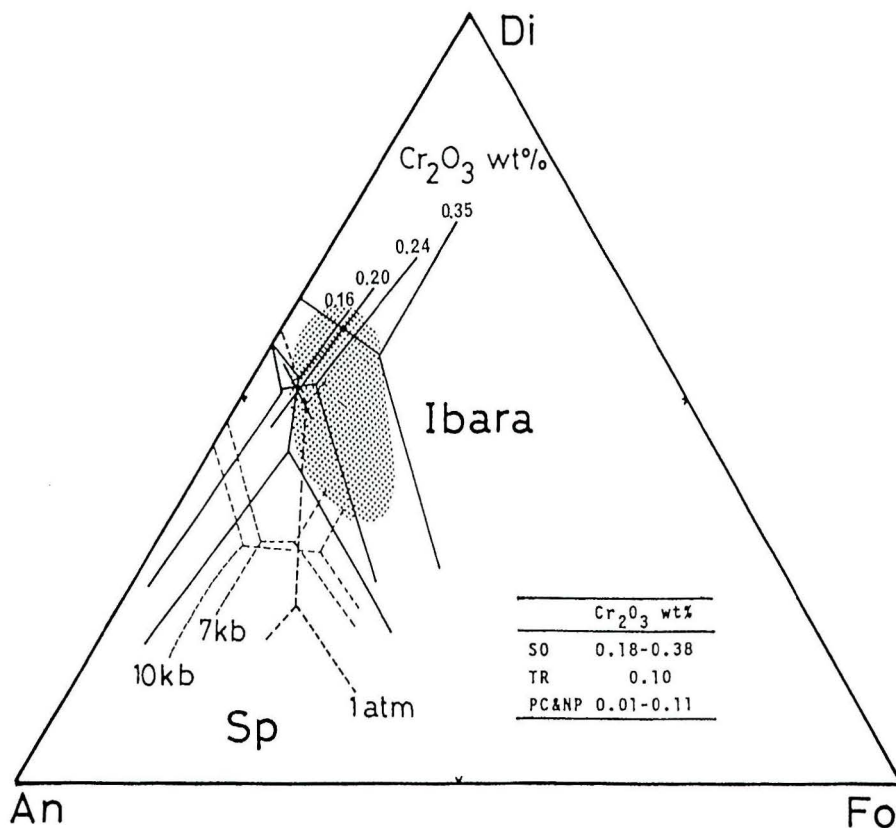


Fig. 9. Di-An-Fo diagram. The Ibara metabasalt is plotted in the shadow area. Dashed lines: phase boundaries in Cr-free system (PRESNALL et al., 1978), solid lines: Cr-bearing system (ONUMA and TOHARA, 1982; ONUMA, 1983). The inset table shows the Cr₂O₃ ranges of the Ibara metabasalt.

is rare compared with other types of metabasalts (Table 1). Therefore, it seems that the magma mixing may have been so effective that the mixing evidence has been obliterated except for the TR type metabasalt. This model is similar to open magma chamber model at modern mid-ocean ridge proposed by O'HARA (1977). The magma chamber of the Ibara ophiolite may be a "fossil" of an open magma chamber at the ridge.

VII. Conclusion

The Ibara metabasalts are MORB-like tholeiite in rock and mineral chemistries, and may have been derived from a marginal sea magmatism. Though the Ibara metabasalts have been variously metamorphosed, the crystallization process of the metabasalts has been revealed from the mineral assemblage, chemistry of relict minerals, bulk rock composition and the immobile element abundances of Ti, Cr and Ni.

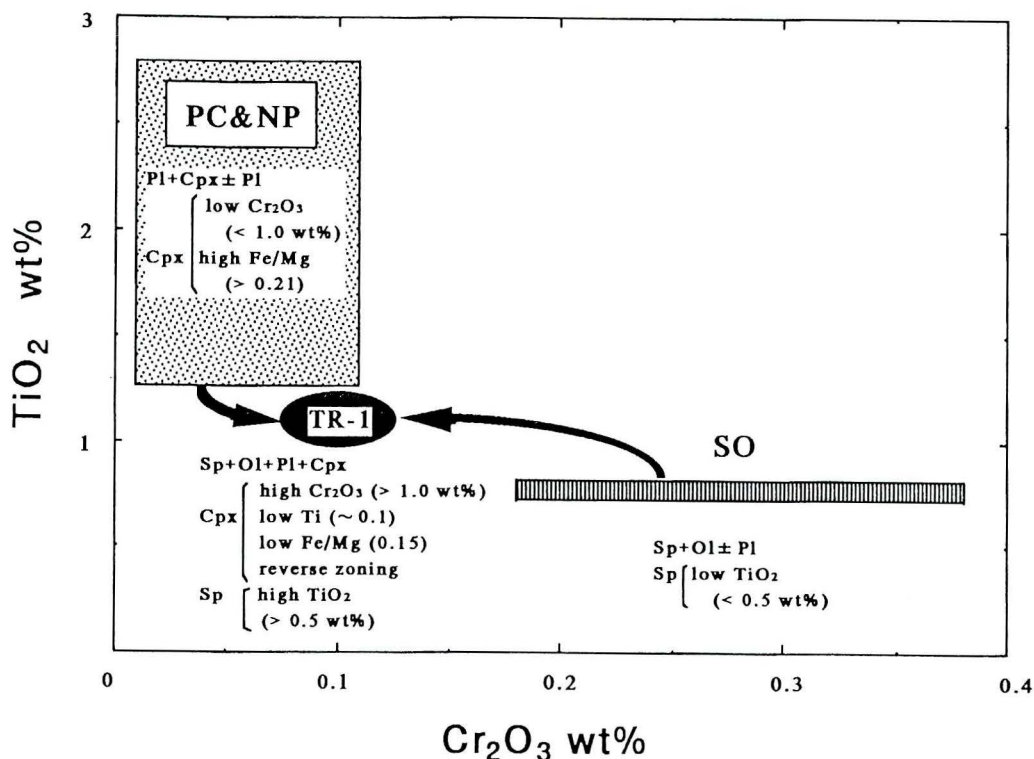


Fig. 10. TiO_2 - Cr_2O_3 diagram shows genetic relation among the rock types of the Ibara metabasalt. The TR type (TR-1) represents the product of magma mixing between the SO and PC&NP type magmas.

The Ibara metabasalts are classified into three types on the basis of phenocryst assemblage; SO, TR and PC&NP. The PC&NP type magma is relatively evolved and crystallizes plagioclase, clinopyroxene and olivine. On the other hand, the SO type magma is unfractionated and rich in Cr_2O_3 , and crystallizes spinel, olivine and plagioclase, while the TR type magma is intermediate between the SO and PC&NP type magmas, and crystallizes spinel, olivine, plagioclase and clinopyroxene.

Relationship among the SO, TR and PC&NP type magmas cannot be interpreted by fractional crystallization, though the variation trend in the PC&NP type metabasalt can be explained by fractionation. Differences in relict mineral chemistries of three magmas depend on their magma compositions. Clinopyroxene of the TR type metabasalt have oscillatory reverse zoning. This evidence suggests a model of magma mixing as follows; the unfractionated magma (SO type) is intermittently injected into a fractionated magma chamber (PC&NP type). The resultant mixed magma (TR type) is enriched in Cr_2O_3 and the spinel liquidus field expands. Consequently, the TR type magma begins crystallization of spinel together with plagioclase, olivine and clinopyroxene, and the clinopyroxene develops oscillatory reverse zoning structure.

Acknowledgments

The author would like to express his appreciation to Prof. K. TAZAKI of Ehime University, and Dr. K. NIIDA of Hokkaido University for many suggestions during the course of this work. He wishes to thank Prof. K. ONUMA of Tohoku University, Prof. R. GRAPES of Victoria University and Prof. S. S. SUN of research School of Earth Science, Australian National University for reading the manuscript. Thanks are also extended to people of Hokkaido University and Institute for Study of the Earth's Interior of Okayama University for valuable discussions.

References

- ANDO, A., KURASAWA, H., OHMORI, T. and TAKADA, E., 1974. 1974 compilation of data on the GSI geochemical reference samples JG-1 granodiorite and JB-1 basalt. *Geochem. Jour.*, **8**: 175-192.
- AOKI, K., 1964. Clinopyroxenes from alkaline rocks of Japan. *Amer. Mineral.*, **49**: 1199-1223.
- BASS, M. N., MOBERLY, R., RHODES, J. M., SHIH, C. and CHURCH, S. E., 1973. Volcanic rocks cored in the Central Pacific, Leg 17, Deep Sea Drilling Project. *Trans. Amer. Geophys. Union*, **54**: 991-995.
- BRYAN, W. B., 1972. Mineralogical studies of submarine basalt. *Carnegie Inst., Washington, Year Book*, **71**: 391-403.
- CARIDROIT, M., ICHIKAWA, K. and CHARVET, J., 1985. The Ultra-Tamba Zone, a new unit in the Inner Zone of Southwest Japan—its importance in the Nappe structure after the example of Maizuru Area—. *Chikyū Kagaku (Earth Science)*, **39**: 210-219.
- CLARK, A. H., 1969. Preliminary observations on chromian mackinawite and associated native iron, Mino do Abessedo, Vinhais, Portugal. *N. Jb. Mineral. Monatsch.*, H9: 282-288.
- DICK, H. J. B., 1977. Partial melting in the Josephine Peridotite I, the effect on mineral composition and its consequence for geobarometry and geothermometry. *Amer. Jour. Sci.*, **277**: 201-230.
- DICK, H. J. B. and BULLEN, T., 1984. Chromian spinel as a petrogenetic indicator in abyssal and alpine-type peridotites and spatially associated lavas. *Contrib. Mineral. Petrol.*, **86**: 54-76.
- DONALDSON, C. H. and BROWN, R. W., 1977. Refractory megacrysts and magnesium-rich melt inclusions within spinel in oceanic tholeiites: indicators of magma mixing and parental magma compositions. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **37**: 81-89.
- DUNGAN, M. A. and RHODES, J. M., 1978. Residual glass and melt inclusions in basalts from D.S.D.P. Legs 45 and 46: evidence for magma mixing. *Contrib. Mineral. Petrol.*, **67**: 417-431.
- HASE, A., 1964. Paleozoic. In: Explanatory of the geological map, "Hiroshima Ken": 31-59 (in Japanese with English).
- HASHIMOTO, M., 1972. Relic clinopyroxenes of Paleozoic greenstones of the Tamba and Mikabu Terrains, Southwest Japan. *Jour. Japan. Assoc. Mineral. Petrol. Econ. Geol.*, **67**: 323-331 (in Japanese with English abstract).
- HASHIMOTO, M. and SAITO, Y., 1970. Metamorphism of Paleozoic greenstones of the Tamba plateau, Kyoto Prefecture. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **76**: 1-6 (in Japanese with English abstract).

- HILL, R. and ROEDER, P., 1974. The crystallization of spinel from basaltic liquid as a function of oxygen fugacity. *Jour. Geol.*, **82**: 709–729.
- IRVINE, T. N., 1965. Chromian spinel as a petrogenetic indicator, Part 1. Theory. *Can. Jour. Earth Sci.*, **2**: 648–672.
- IRVINE, T. N., 1967. Chromian spinel as a petrogenetic indicator, Part 2. Petrologic applications. *Can. Jour. Earth Sci.*, **4**: 71–103.
- IRVING, A. J., 1978. A review of experimental studies of crystal/liquid trace element partitioning. *Geochim. Cosmochim. Acta*, **42**: 743–770.
- ISHIGA, H., 1983. Two suites of stratigraphic succession within the Tamba Group in the western part of the Tamba Belt, southwest Japan. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **89**: 443–454 (in Japanese with English).
- ISHIGA, H., 1985a. Age and geologic structure of Paleozoic–Mesozoic Formations in Tamba Belt, Southwest Japan. *Chikyu Kagaku* (Earth Science), **30**: 31–43 (in Japanese with English abstract).
- ISHIGA, H., 1985b. Discovery of Permian radiolarians from Katsumi and Oi Formations along south of Maizuru Belt, Southwest Japan and its significance. *Chikyu Kagaku* (Earth Science), **39**: 175–185.
- ISHIGA, H., 1986a. Ultra-Tamba Zone of Southwest Japan. *Jour. Geosci. Osaka City Univ.*, **29**: 45–88.
- ISHIGA, H., 1986b. Late Carboniferous and Permian radiolarian Biostratigraphy of Southwest Japan. *Jour. Geosci. Osaka City Univ.*, **29**: 89–100.
- KANEHIRA, K., BANNO, S. and HASHIMOTO, M., 1964. Notes on rock-forming minerals (28). Finding of awaruite (native nickel-iron) from serpentized peridotite from the Mineoka district, south Boso Peninsula. *Jour. Japan. Assoc. Mineral. Petrol. Econ. Geol.*, **70**: 388–394.
- KANEHIRA, K., BANNO, S. and YUI, S., 1975. Awaruite, heazlewoodite, and native copper in serpentized peridotite from the Mineoka district, southern Boso Peninsula. *Jour. Japan. Assoc. Mineral. Petrol. Econ. Geol.*, **70**: 388–394.
- KOIDE, Y., 1986. Origin of the Ibara metabasalts from the Maizuru Tectonic Belt, Southwest Japan. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **92**: 329–348.
- KOIDE, Y., 1990. Marginal sea ophiolite (Ibara Ophiolite) in the Southwest Japan. In: Proceedings of Ophiolite and Oceanic Lithosphere, Cyprus Geological Survey Department, 477–484.
- KOIDE, Y., TAZAKI, K. and KAGAMI, H., 1987. Sr isotopic study of Ibara dismembered ophiolite from the Maizuru Tectonic Belt, Southwest Japan. *Jour. Japan. Assoc. Mineral. Petrol. Econ. Geol.*, **82**: 1–15.
- KUSHIRO, I., 1960. Si-Al relation in clinopyroxenes from igneous rock. *Amer. Jour. Sci.*, **258**: 548–554.
- LEBAS, M. J., 1962. The role of aluminum in igneous clinopyroxenes with relation to their parentage. *Amer. Jour. Sci.*, **260**: 267–288.
- MACDONALD, G. and KATSURA, T., 1964. Chemical composition of Hawaiian lavas. *Jour. Petrol.*, **5**: 82–133.
- MARUYAMA, S., 1976. Chemical natures of the Sawadani greenstone complex in Chichibu Belt, Eastern Shikoku. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **82**: 183–197 (in Japanese with English).
- MIYASHIRO, A., 1975. Classification, characteristic, and origin of ophiolites. *Jour. Geol.*, **83**: 249–281.

- NAGAO, T., YAMAMOTO, M. and ONUMA, K., 1980. Crystallization trend of chromian spinel in some alkali basalts and calc-alkali andesites from Japanese Islands. *Jour. Japan. Assoc. Miner. Petrol. Econ. Geol.*, **75**: 44-54.
- NISHIMURA, Y., INOUE, T. and YAMAMOTO, H., 1977. Sangun Belt, with special reference to the stratigraphy and metamorphism. In: K. HIDE (editor), *The Sanbagawa Belt*. 257-282, Hiroshima Univ. Press, Hiroshima (in Japanese with English).
- O'HARA, M. J., 1977. Geochemical evolution during fractional crystallization of a periodically refilled magma chamber. *Nature*, **366**: 503-507.
- ONUMA, K., 1982a. Phase relations in the $\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$ -rich part of the join $\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$ - MgCr_2O_4 in air at 1 atm. *Jour. Japan. Assoc. Mineral. Petrol. Econ. Geol.*, **77**: 356-361.
- ONUMA, K., 1982b. The Join forsterite-anorthite-diopside with 0.3 wt% MgCr_2O_4 at 1 atm and its petrologic significance: a preliminary report. *Jour. Japan. Assoc. Mineral. Petrol. Econ. Geol.*, **77**: 403-409.
- ONUMA, K., 1983. Phase relations in the chromium-poor part of the system diopside-anorthite-forsterite- MgCr_2O_4 in air 1 atm. *Jour. Fac. Sci., Hokkaido Univ.*, **20**: 171-183.
- ONUMA, K. and TOHARA, T., 1981. Clinopyroxenes and spinels in the system $\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$ - $\text{CaAl}_2\text{SiO}_6$ - CaCrAlSiO_6 : a preliminary report. *Jour. Fac. Sci., Hokkaido Univ.*, **19**: 495-503.
- ONUMA, K. and TOHARA, T., 1982. Effect of chromium on the phase relation in the system $\text{CaO-MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$. *Jour. Japan. Assoc. Mineral. Petrol. Econ. Geol.*, special issue, **3**: 195-202. (in Japanese with English abstract)
- PEARCE, T. H., GORMAN, B. E. and BIRKETT, T. C., 1975. The $\text{TiO}_2\text{-K}_2\text{O-P}_2\text{O}_5$ diagram; a method of discriminating between oceanic and non-oceanic basalt. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **24**: 419-426.
- PEARCE, T. H., GORMAN, B. E. and BIRKETT, T. C., 1977. The relationship between major element chemistry and tectonic environment of basic and intermediate volcanic rocks. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **36**: 121-132.
- PRESNALL, D. C., DIXON, S. A., DIXON, JR., O'DONNELL, T. H., BRENNER, N. L., SCHROCK, R. L. and DYCUS, D. W., 1978. Liquidus phase relations on the join diopside-forsterite-anorthite from 1 atm to 20 kbar: their bearing on the generation and crystallization of basaltic magma. *Contrib. Mineral. Petrol.*, **66**: 203-220.
- RHODES, J. M., DUNGAN, M. A., BLANCHARD, D. P. and LONG, P. E., 1979. Magma mixing at mid-ocean ridges: evidence from basalts drilled near 22° N on the Mid-Atlantic Ridge. *Tectonophy.*, **55**: 35-62.
- RIDLEY, W. I., RHODES, J. M., JAKES, P., SHIH, C. and BASS, M. N., 1974. Basalt from Leg 6 of the Deep Sea Drilling Project. *Jour. Petrol.*, **15**: 140-159.
- RIDLEY, W. I. and AJDUKIEWICZ, J., 1976. Preliminary petrology of Leg 34 basalts from the Nazca plate. *Initial Reports DSDP*, **34**: 277-282.
- SHIRAKI, K., OHASHI, F. and KURODA, U., 1979. Chrome-spinels in a basanitic lava from Nanzaki volcano, Izu Peninsula. *Jour. Japan. Assoc. Mineral. Petrol. Econ. Geol.*, **74**: 114-121 (in Japanese with English abstract).
- SIGURSSON, H. and SCHILLING, J. G., 1976. Spinels in Mid-Atlantic Ridge basalts: chemistry and occurrence. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **29**: 7-20.

- TAKASAWA, K. and HIRANO, H., 1977. Some considerations on the relations between magma series and Al_2O_3 variation of Ca-pyroxene. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **83**: 583-591 (in Japanese with English).
- THOMPSON, R. N., 1973. Titanian chromite and chromian titano magnetite from a Snake River plain basalt, a terrestrial analogue to lunar spinels. *Amer. Mineral.*, **58**: 826-830.
- WALKER, D., SHIBATA, T. and DELONG, S. E., 1979. Abyssal tholeiites from the Oceanographer Fracture Zone. II. Phase equilibria and mixing. *Contrib. Mineral. Petrol.*, **70**: 111-125.
- YODER, H. S. and TILLEY, C. E., 1962. Origin of basalt magma: an experimental study of natural and synthetic rock systems. *Jour. Petrol.*, **3**: 342-532.

Siegenite in a caryopilite ore from the Okutama mine, Tokyo

Daiji HIRATA

Kanagawa Prefectural Museum, Yokohama 231, Japan

and

Akira KATO

Department of Geology, National Science Museum

3-23-1 Hyakunin-cho, Shinjuku 169, Japan

東京都奥多摩鉱山産カリオピライト質鉱石中のシーゲン鉱

平 田 大 二

(神奈川県立博物館)

加 藤 昭

(国立科学博物館地学研究部)

東京都奥多摩鉱山のマンガン鉱床中に産するカリオピライトを主とする鉱石中からシーゲン鉱を記載した。S=4 として計算された実験式は $(\text{Co}_{1.72}\text{Ni}_{1.19}\text{Mn}_{0.09})_{\Sigma 3.00}\text{S}_{4.00}$ を与え、副成分としてのマンガンの存在は硫スピネル系鉱物としては隕石中のものを除いて異常な例と言える。なおカリオピライト質鉱石中にマンガン層状珪酸塩があり、実験式 $(\text{Mn}, \text{Mg}, \text{Fe})_4(\text{Si}, \text{Al}, \text{Fe})_6\text{O}_{15}(\text{OH}, \text{H}_2\text{O})_5$ が与えられたが、分類上の位置は不明である。

Abstract Siegenite from a weakly metamorphosed bedded manganese ore deposit of the Okutama mine is found as a very minor constituent of a caryopilite ore including rhodochrosite and a manganese-bearing layered silicates. The average of five analyses is: Co 33.29, Ni 22.96, Mn 1.59, S 42.17, total 100.01%, and yields the empirical formula $(\text{Co}_{1.72}\text{Ni}_{1.19}\text{Mn}_{0.09})_{\Sigma 3.00}\text{S}_{4.00}$, a rare manganiferous variety. One of the chemical analyses of caryopilite gives: SiO_2 38.65, Al_2O_3 0.72, FeO 2.14, MgO 2.53, CaO 0.05, MnO 46.07, total 90.16%. That of rhodochrosite is: MnO 55.95, CaO 4.78, FeO 0.47, MgO 0.33, total 61.53%. The chemical analyses of the manganese-bearing layered silicate gives: SiO_2 45.78, Al_2O_3 3.02, FeO 1.90, MgO 3.77, MnO 32.60, CaO 0.33, K_2O 2.13, total 89.53%. It yields an empirical formula $\text{K}_{0.32}\text{Ca}_{0.04}(\text{Mn}_{3.28}\text{Mg}_{0.67}\text{Fe}^{2+}_{0.05})_{\Sigma 4.00}(\text{Si}_{5.44}\text{Al}_{0.42}\text{Fe}^{3+}_{0.14})_{\Sigma 6.00}\text{O}_{15.00}(\text{OH})_{1.84} \cdot 3.16\text{H}_2\text{O}$ if the difference to 100% is regarded as H_2O . The mineralogical status is unspecified.

INTRODUCTION

There are many bedded manganese ore deposits in Mesozoic accretional bodies in Japan. All of them accompany chert as their most principal wallrocks, in which subordinate amounts of mudstone, greenstone and limestone exist. Ores therefrom undergo various grades of

regional or contact metamorphism by which many manganese oxides, silicates, carbonates and rarely borates are formed.

The original state of manganimiferous beds is considered to be manganese nodules precipitated on the deep sea floor even currently. The nodules are also a carrier of heavy elements, which are absorbed or involved in manganese dioxide minerals forming nodules. After the diagenesis and subsequent metamorphism, these elements take different geochemical behaviours. Chalcophile elements such as nickel and cobalt form sulphides. Siderophile ones such as iron behave in a partially similar manner to manganese. In the cases of nickel and cobalt, their behaviours are essentially same and produced minerals of these elements involve them in the form of mutual substitution as seen in the present case.

The present siegenite includes a minor fraction of manganese, which is unusual to the members of thiospinels, except for manganoan daubreelite(FeCr_2S_4) and its unnamed Mn^{2+} analogue (KEIL and BRETT, 1974), both being exclusively found in meteorites. The implication of the occurrence is briefly considered.

In the examined caryopilite were analysed four phases, siegenite, caryopilite, rhodochrosite, and a probably hydrous manganese silicate with the probable chemical formula $(\text{Mn}, \text{Mg}, \text{Fe})_4(\text{Si}, \text{Al}, \text{Fe})_6\text{O}_{15}(\text{OH}, \text{H}_2\text{O})_5$, but the status has not been mineralogically specified.

ORE DEPOSIT, ORES AND THE OCCURRENCE OF SIEGENITE

The ore deposit of the Okutama mine is located about 500 m east of Okutama station, the endpoint of Ome line, Eastern Japan National Railway Co. Ltd. (Fig. 1), or about 70 km westward of the center of Tokyo. Although the history of the mine has not been known in detail, it is said that it had been worked during the World War II. Still the portal and dumps are left, where the examined materials were collected. The heavily ruined condition of the gallery impedes the entrance but the profile of ore bearing bed could be recovered after the observation of materials forming the dumps and of outcrops exposed along a valley leading to the portal in which the dumps are developed.

The wallrocks of manganimiferous bed are dominantly occupied by very weakly recrystallized grey to white massive chert accompanying minor hematite-bearing red one. Both of them are minutely veined by quartz without any apparent regularity. Since the lower grade ores found in the dumps consist of the mixture of caryopilite and quartz of various ratios, the ores in direct contact with the wallrock must have included caryopilite as the most important member in quantity. Besides chert, minor blocks of mudstone and greenstone are found in the dump. From the geological situation that the deposit is located in the southern part of Kanto Mountainland, where regional metamorphic rocks belonging to Sanbagawa belt are extensively exposed, the wallrocks and ores suffered from a very low grade of regional metamorphism, though apparently unmetamorphosed. The mudstone is also found in the outcrop along the valley in a small quantity. Although the existence in chert beds could not be realized, it is very likely that the greenstone exists within chert beds. Also, blocks of sandstone are found in dumps, too, but the origin could not be specified.

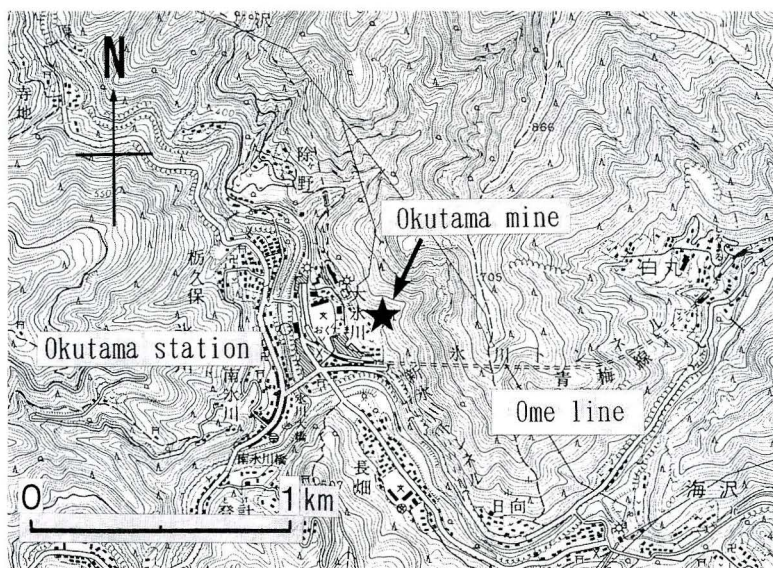


Fig. 1. Index map of the Okutama mine. Map: 1/25,000 Okutamako.
The location is: N 35°48' 23", E 139°06' 16".

The recognized ore minerals include caryopilite, rhodochrosite, rhodonite, ganophyllite, hausmannite, tephroite, neotocite and manganosite in the order of apparent decreasing quantity, and the first one occupies the principal member of the ores. The gangue mineral is quartz with very minor halloysite.

The most principal and nearly unique ore mineral is caryopilite with which variable amount of quartz coexists. Most of caryopilite ores have bandings composed of vari-coloured caryopilite. The colours include light brown, greyish salmon pink, and light brownish grey. The thickness of bands is from a few millimeters to a centimeter order. All of ores are very fine-grained and minutely intersected by veinlets of the following assemblages: 1) rhodochrosite, 2) rhodochrosite-rhodonite, 3) rhodonite-ganophyllite, and 4) neotocite. The first one consists of rather coarse-grained white to grey white rhodochrosite. The second one is occupied by a pink material composed of fine-grained rhodochrosite and rhodonite. The third one is exclusively found in higher grade ores. The rhodonite is somewhat coarser in grain size and the colour is rather rosy. The neotocite veinlets are found in caryopilite ores only and devoid of any other associated phases. It is brown in colour and semi-transparent in the fresh state. All the veinlets are of millimeter to submillimeter thick, and found in ores of moderate to high grades.

Rhodochrosite is exclusively found as veinlets cutting caryopilite ores. Rhodonite occurs principally in veinlets as stated above. Besides this, the aggregate of rhodonite and rhodochrosite is found between wider bands in caryopilite ores, where the aggregate embodies light bluish grey mass of tephroite. Hausmannite is found as chocolate brown thin seams of millimeter thick intercalating with brown caryopilite forming the highest grade of ore in this

deposit. Some caryopilite bands are interposed by rhodochrosite spots in which tiny grains of manganosite with or without hausmannite are involved. In the examined caryopilite ore, very small pearly-lustered white spots composed of fragile flaky mineral are found. The chemical analysis gives an empirical formula $(\text{Mn, Mg, Fe})_4(\text{Si, Al, Fe})_6\text{O}_{15}(\text{OH, H}_2\text{O})_5$ if the difference is entirely occupied by H_2O .

Siegenite is generally found as extremely tiny grains in a caryopilite ore without banding, which is rare in the dump. It is barely visible under magnifier and in direct contact with caryopilite and rhodochrosite. No external form is observed (Fig. 2). It is unique opaque mineral in this ore. Under the microscope, caryopilite forms aggregates composed of random oriented felty aggregates of very fine flakes. It is moderately pleochroic with yellowish brown to brown colour, and has rather high birefringence. The extinction is parallel with positive elongation. The aggregate involves variable amounts of rhodochrosite and quartz along with the examined siegenite-bearing material, the former being of visible dimension (Fig. 3). The white spots stated above consists of radially aggregated flakes partially replaced by rhodochrosite (Fig. 4). It is colourless in thin section and the extinction is parallel to the trace of one perfect cleavage with positive elongation and very low birefringence.

Besides these phases, the X-ray powder diffractometer study of some different fractions of the caryopilite ore including siegenite provides diffractions out of those due to caryopilite. In the obtained patterns are also slight differences, which will be due to quantitative difference of constituting minerals. Since the patterns are all rather of inferior quality, the interpretation did not reach any conclusive identification of phases except caryopilite. In Table 1, one of the representative patterns comprising the other diffractions than those of caryopilite is given. All the diffractions in the pattern are all rather broad and weak to suggest the lower crystallinity despite the higher birefringence of caryopilite. Although the stronger diffraction $d=10.8$ corresponds approximately to that of yofortierite (PERRAULT et al., 1975), no phase with the yofortierite composition has been found.

The powder pattern of caryopilite from Hurricane Claim, Washington, compared in Table 2 (Guggenheim et al., 1982) is slightly discrepant from that of the present material, and these two material are also slightly different in chemical composition as discussed later, although the authors describing the compared material refer to another material from Switzerland with the chemical composition very close to the present material as caryopilite.

CHEMICAL ANALYSES

Electron microprobe analyses of siegenite, caryopilite, rhodochrosite, and a manganese-bearing layered silicate using Link Systems energy dispersive X-ray spectrometer are given in Table 2, in which their empirical formula are also demonstrated.

Siegenite was analysed on one grain. Since five spot analyses provided the ratio of total metal/sulphur to be very close to $3/4$ and that the variation ranges of metal constituents are so small, the average of five chemical analyses is representatively given. The chemical analyses of caryopilite indicated the narrower ranges of all the constituents. The tabulated analyses is

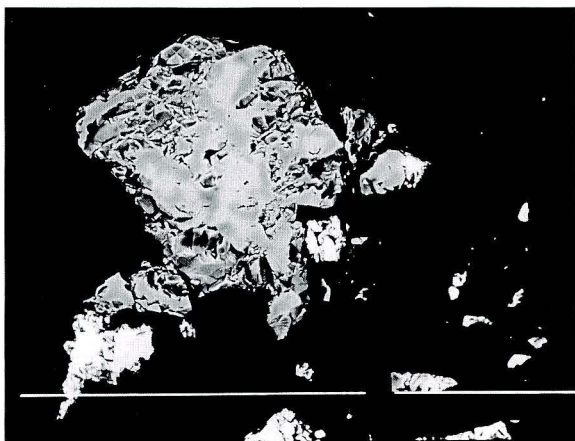


Fig. 2. Back scattered electron image of siegenite grains surrounded by rhodochrosite. A bar indicates 0.07 mm.

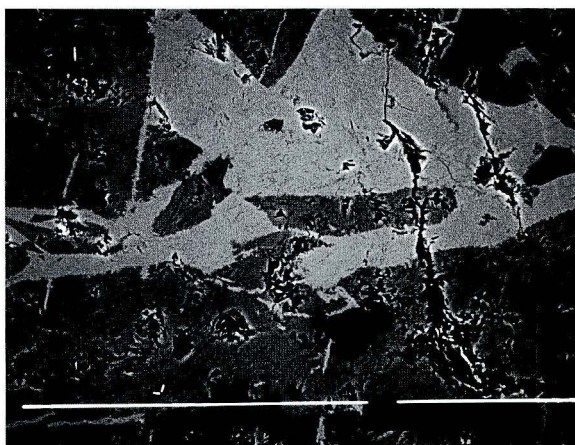


Fig. 3. Back scattered electron image of caryopilite (dark grey) with rhodochrosite (grey), which consists of the aggregate of a few larger grains after microscopic observation. A bar indicates 0.07 mm.

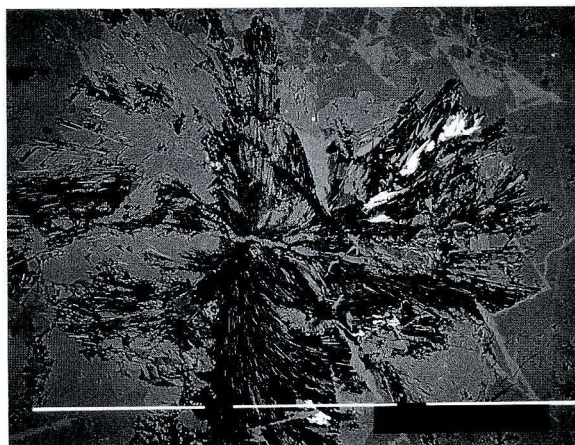


Fig. 4. Back scattered electron image of a manganese-bearing silicate (dark grey) with a micaceous cleavage. It is replaced by rhodochrosite (grey white), which also replaces caryopilite (medium grey). A bar indicates 0.1 mm.

Table 1. X-ray powder pattern of the caryopilite ore

1		2		3		4	
d(Å)	I	d(Å)	I	d(Å)	I	d(Å)	I
15.1	20			2.104	5	2.101	35
10.8	100			1.965	5	1.968	20
10.0	5					1.850	2
7.31	60	7.30	80			1.820	2
4.60	5			1.737	5	1.731	25
3.66	70*	3.639	50	1.692	15		
2.86	100*	2.825	60	1.654	15	1.643	35
2.768	50			1.621	30	1.626	20
		2.648	5	1.606	10b	1.603	25
2.571	10			1.539	10b	1.535	3
2.524	70	2.521	100			1.494	10
		2.427	7	1.454	5b	1.453	10
		2.382	20			1.445	10
		2.239	4	1.423	20	1.420	10

1. Caryopilite ore. Okutama mine, Tokyo. Cu/Ni radiation. Diffractometer method. *: enhanced intensity due to rhodochrosite. b = broad.
2. Caryopilite. Hurricane Claim, Olympic Peninsula, Wash., U. S. A. FeK α radiation. Camera method. After Guggenheim et al. (1982).

a representative. A tentative calculation on the basis of Si=2 and the assumption that the difference is occupied by H₂O only provides a significant vacancy in the octahedral sites as pointed out by Guggenheim et al. (1982), who presented a few caryopilite analyses ranging from (Mn_{2.50}Al_{0.05}Mg_{0.05}Fe^{*}_{0.03})_{Σ2.63}Si_{2.00}(Fe^{*}=Fe²⁺+Fe³⁺ calculated as Fe²⁺) (X-ray'd material from Hurricane Claim, Washington) to (Mn_{2.10}Mg_{0.22}Al_{0.05}Fe^{*}_{0.04})_{Σ2.41}Si_{2.00} (material from Switzerland) along with the anhydrous parts after rounding by the present authors. Although the formula of the present material, (Mn_{2.02}Mg_{0.19}Fe^{*}_{0.09}Al_{0.04})_{Σ2.34}Si_{2.00}, is close to the latter, it is out of the range, or the octahedral vacancy is more remarkable. Guggenheim et al. (1982) suggested the presence of two phases, monoclinic and triclinic ones, in their X-ray and chemically studied material from Hurricane Claim, although the authors call the compositionally different materials under the same name caryopilite. It is still uncertain whether the difference between the X-ray powder pattern of the present and Hurricane Claim materials is ascribable to the compositional difference or not. In order to create an unequivocal mineralogical status of caryopilite, it is highly desirable to carry out the X-ray and chemical studies of caryopilite with higher crystallinity and purity. The chemical analyses of the manganese-bearing layered silicate was tentatively calculated on the total of octahedral and tetrahedral cation=10. The low summation is handled as due to H₂O. Such tentative settings enable to correlate the derived empirical formula to the formula of sepiolite in which Mg is to be dominantly replaced by Mn. But the identification is inconclusive due to the lack of any positive proof in the X-ray powder data.

Table 2. Chemical analyses of siegenite(1), caryopilite(2), rhodochrosite(3), and a manganese-bearing silicate(4).

Weight percentages: (FeO* : total Fe)

	1		2	3	4
Co	33.29	SiO ₂	38.65		45.78
Ni	22.96	Al ₂ O ₃	0.72		3.02
Mn	1.59	FeO*	2.14	0.47	1.90
S	42.57	MgO	2.53	0.33	3.77
		MnO	46.07	55.95	32.60
		CaO		4.78	0.33
		K ₂ O			2.13
Total	100.01		90.16	61.53	89.53

Empirical formula: (* total Fe calculated as FeO)

1. (Co_{1.72}Ni_{1.19}Mn_{0.09})_{Σ3.00}S_{4.00} (basis: S = 4)
2. (Mn_{2.02}Mg_{0.19}Fe*_{0.09}Al_{0.04})_{Σ2.34}Si_{2.00}O₅(OH)_{2.72} · 0.44H₂O (basis: Si = 2; after addition of H₂O 9.84%)
3. (Mn_{0.89}Ca_{0.10}Mg_{0.01}Fe_{0.01})_{Σ1.01}CO₃ (basis: total cations = 1; after addition of CO₂ 39.11% (total 100.64%))
4. K_{0.22}Ca_{0.04}(Mn_{3.28}Mg_{0.67}Fe²⁺_{0.05})_{Σ4.00}(Si_{5.44}Al_{0.42}Fe³⁺_{0.14})_{Σ6.00}O_{15.00}(OH)_{1.84} · 3.16H₂O (basis: total of tetrahedral and octahedral cations = 10; after FeO and Fe₂O₃ allotment(1.57, 0.50) and addition of H₂O 10.30%)

IMPLICATION OF THE OCCURRENCE OF SIEGENITE

In Japanese bedded manganese ore deposits is known the occurrence of siegenite from two localities. One is from the Kamo Mine, Mie Prefecture, where it is found as a very minor constituent in a caryopilite ore (Matsubara and Kato, 1989). The other is known at Itaga, Kanuma City, Tochigi Prefecture, where it occurs as a rare constituent of aggregates of rhodonite and spessartine (Matsubara and Kato, 1986). The former is similar to the present case in the low grade of regional metamorphism which the wallrocks underwent and favoured the occurrence of caryopilite. The assemblage of manganese silicates at the latter case is the product of contact metamorphism due to nearby granitic intrusion. The occurrence of siegenite in these two localities where different metamorphic conditions were prevalent means that this mineral has an extensive range of formation ranging from lower to higher temperature conditions where the behaviours of nickel and cobalt are geochemically equal.

In metamorphosed bedded manganese ore deposits in Japan, the known nickel and cobalt minerals besides siegenite include gersdorffite, cobaltite, pentlandite, and niccolite. Although they are generally fine in grain size, they can be noticed even during the field observation. As far as examined, none of them contain manganese as their minor constituent. It is likely that siegenite in manganese ores suffering very low grade of metamorphism is capable of containing manganese.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors thank Dr. Satoshi Matsubara, Department of Geology, National Science Museum, for his microprobe analyses and taking of photographs of examined minerals. Their sincere gratitudes are also subjected to Mr. Ryoichi Yamamoto, for his informations on the ore deposit of the Okutama mine.

REFERENCES

- GUGGENHEIM, S., BAILEY, S. W., EGGLETON, R. A. and WILKES, P., 1982. Structural aspects of greenalite and related minerals. *Canad. Miner.*, **20**: 1-18.
- KEIL, K. and BRETT, R., 1974. Heideite, $(\text{Fe}, \text{Cr})_{1+x}(\text{Ti}, \text{Fe})_2\text{S}_4$, a new mineral in the Bustee enstatite achondrite. *Amer. Miner.*, **59**: 465-470.
- MATSUBARA, S. and KATO, A., 1986. A vanadium-bearing spessartine from Itaga, Kanuma City, Tochigi Prefecture. *Bull. Natn. Sci. Museum*, Ser. C, **12**: 1-6.
- MATSUBARA, S. and KATO, A., 1989. A barian bannisterite from Japan. *Miner. Mag.*, **53**: 85-88.

岩手県大船渡湾湾奥の海成沖積層から産出した 貝化石の ^{14}C 年代

松 島 義 章
(神奈川県立博物館)

Radiocarbon Age of the Molluscan Shell from the Holocene Marine Deposits in the Oohunato Bay, Iwate Prefecture

Yoshiaki MATSUSHIMA
(Kanagawa Prefectural Museum)

Abstract A radiocarbon dating was made for the molluscan shells (*Meretrix lusoria* RÖDING) collected from the lower part of the Holocene marine deposits of the Sakari River Delta, Oohunato, Iwate Prefecture. The molluscan shells were contained in a coarse sand bed at 12 meters below sea level. The obtained age (7560 ± 290 y.B.P.) is consistent with the former estimation that the marine bed in the Sakari River alluvial plain was accumulated during the early stage of the Jomon Transgression.

は じ め に

数年前より完新世における日本列島沿岸域の海況変遷を貝類から解明しようという目的で調査を進めてきた。調査地を宮城県北部から岩手県にかけての三陸海岸域に絞り注目したところ、縄文時代の貝塚出土の貝類資料についてはかなり多く知られているが、海成沖積層から産出した貝化石についてはほとんどないことが分った。そこで岩手県大船渡市立博物館に保管されていた、岩手開発鉄道による盛川に架ける佐野鉄橋の建設工事に伴い採集された海成沖積層産貝化石の中からハマグリ *Meretrix lusoria* RÖDING を試料にして ^{14}C 年代測定を行なってみた。その結果 明らかになった ^{14}C 年代測定値は、 7560 ± 290 年前の縄文海進前期であることが分った。ここに大船渡湾湾奥低地の海成沖積層産貝化石の年代とその意義、大船渡湾沿岸に形成された縄文時代の貝塚遺跡出土の貝類にみられる特徴について述べる。

謝辞 この研究を進めるにあたり ^{14}C 年代測定試料のハマグリ化石を快く提供いただいた岩手県大船渡市立博物館に、現地で貝塚遺跡について御案内、御教示頂いた大船渡市教育委員会社会教育課の佐藤悦郎係長、陸前高田市立博物館の佐藤正彦学芸員に心より感謝の意を表する。この研究に用いた費用の一部は、平成2年度文部省科学研究費補助金 総合研究(A)課題番号 02302091 と平成3年度の一般研究(C)課題番号 03640661 を使用した。

^{14}C 年代測定結果

測定値: 7560 ± 290 y.B.P. (5610 B.C.)

測定番号: GaK-12151

測定者: 木越邦彦(学習院大学)

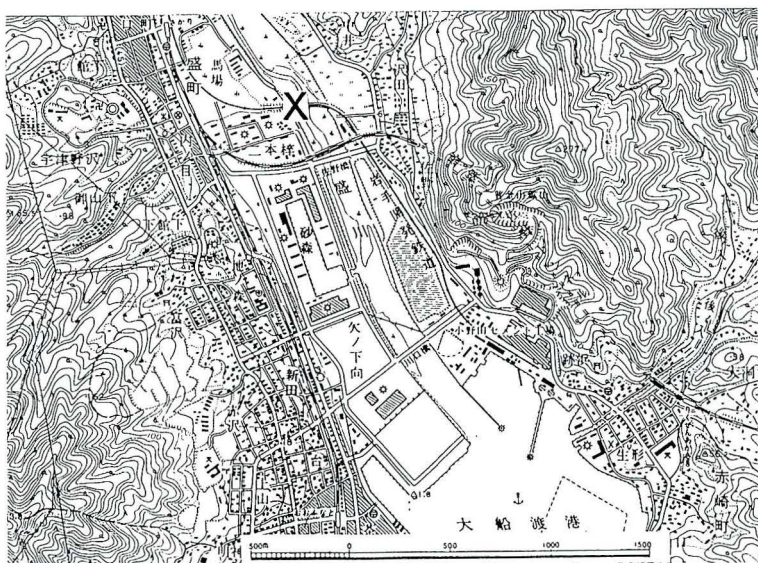


図1 ^{14}C 年代測定試料採集地点(×印)
 国土地理院発行の2万5千分の1の地形図「大船渡」

測定試料：ハマグリ *Meretrix lusoria* RÖDING

採集年月：1956年9月

採集者：山田弥太郎

採集地：岩手県大船渡市盛 岩手開発鉄道の盛川に架る佐野鉄橋(図1×印)
 (北緯 $39^{\circ}4'44''$ ，東経 $141^{\circ}43'24''$ ，海拔約-12m)

試料の産状：試料の産状については、ハマグリをはじめとする貝化石を採取した山田(1978)による。1956年に大船渡市盛で岩手開発鉄道株式会社が盛川に架る佐野鉄橋の建設工事を行なった。橋脚工事では軟弱な地盤の沖積層が深く掘り下げられ、特に地表下約15m付近から多数の貝化石を含む堆積物が採掘された。同年9月には山田により、この堆積物中から巻貝類2種ウミナ *Batillaria multiformis* (LISCHKE)，アカニシ *Rapana thomasi* (VALENCIENNES)，二枚貝類8種トリガイ *Fulvia mutica* (REEVE)，イセシラガイ *Anodontia stearsiana* OYAMA，ハマグリ，オキシジミ *Cyclina sinensis* (GMELIN)，アサリ *Ruditapes philippinarum* (ADAMS et REEVE)，ヒナガイ *Dosinia bilunulata* (GRAY)，オオモノハナ *Macoma praetexta* (v. MARTENS)，ヒメシラトリ *Macoma incongrua* (v. MARTENS) の合計10種とウニの殻破片やアカニシの殻に付着した石サンゴの一種 *Oulangia stokesiana miltoni* YABE & EGUCHI などが採集された(山田, 1978)。

これらの共産種は全て現生種よりなり、絶滅種を含んでいない。生態的な特徴より10種の貝類をみると、全て内湾性種で占められる。すなわち内湾の湾央から湾奥にかけての潮間帯砂質底ないし泥質底に生息する内湾砂底群集と内湾泥底群集の主要構成種よりなり、外洋性種を含まない。図2の地質ボーリング柱状図から貝化石の産出した層準の層相は、シルト質細砂から粗砂よりなり、貝類の生態的特徴から推定される結果と一致する。採集された貝類は殻の保存状態がよく

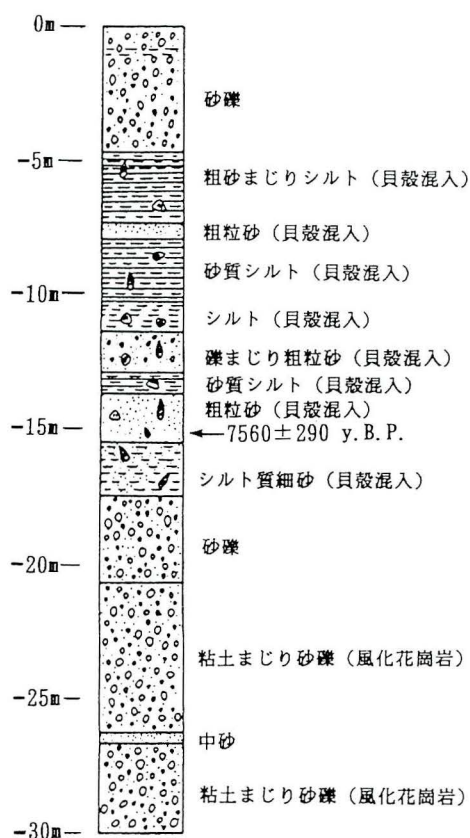


図2 三陸鉄道南リアス線盛川橋梁工事に伴う地質ボーリング柱状図 (山田, 1978 による)

ほぼ現地性のものと考えられる。地質ボーリング柱状図によると、この付近の沖積層は厚さ30m以上を示す。礫層が上部と下部層準に発達し、それに挟まれて厚さおよそ12m前後の砂泥層が分布する。

この砂泥層は貝殻をよく含む海成層よりなり、年代測定に使用したハマグリは本層の下位層準より得られたものである。年代測定からはハマグリの生息年代と下位層準の堆積年代を求めることができた。

^{14}C 年代測定結果の意義

今回の大船渡市盛川に架る佐野鉄橋地点におけるハマグリの ^{14}C 年代測定値は 7560 ± 290 年前であることが明らかになった。この年代値は縄文海進前期を示し、共産した貝類と一緒に約7600年前ごろの沿岸環境を知ることができる。前述のように年代測定に使用したハマグリは、地表から約15m下の層準より得られたものである。共産種には上述のように湾奥から湾中央にかけての砂泥底に生息する内湾砂・泥底群集構成種が見られるが、多くは湾奥の潮間帯砂底に生息する貝類となっている。このことから約7600年前ごろには本地点が、湾奥部でも砂浜の広がる潮間帯に位置していたことを示唆する。そしてこの約7600年前の海面高度が、地表から約15m下の海拔-12m前後にあったことを示す。隣接する陸前高田平野においては千田は

か(1984)により完新世の海水準変化が明らかにされている。それによると地盤変動を考慮せず調査値から求められる約7600年前の海面高度は、-20m付近にあった。しかし、本地域の三陸海岸では、1900年以降1966年までの水準点変動を求めると、気仙沼と陸前高田の平野部では相対的に沈降、大船渡はほとんど変化がなく、それ以外の部分で隆起という傾向が認められる。この傾向が少なくとも完新世のはじめまで遡るとすれば、約7600年前の海面高度は-13m付近にあったと推定している(千田ほか, 1984)。このような考えを大船渡湾湾奥にもあてはめてみると当時の海面高度は-12m付近に位置することになり、ほぼ対応する。なお、この時期の海面は日本列島各地において現在よりまだ低い位置にあることで知られている。例えば約7500年前の海面は東京湾西岸では約-10m(松島, 1987)、大阪湾では約-15m(MAEDA, 1978)などが明らかにされ、全国各地の海面変化についても太田ほか(1987)がまとめている。

共産した貝類の中には現在の東北地方沿岸では生息しない暖流系種のヒナガイとオオモノハナガイが含まれている。さらに、現在の大船渡湾や広田湾およびその周辺では全く生息が確認されていないハマグリが多く産出していることである。ただし KURODA・HABE, (1952)のチェックリストによれば、ハマグリ分布の北限が三陸海岸中部(北緯39度)とされている。なお、外洋性種のチョウセンハマグリは、広田湾の高田松原海岸で知られている(山田, 1978)。このように暖流系種が本地点で産出することは、この時期約7600年前にはすでにこれらの暖流系種の生息できる環境となっていたことを示すものであろう。松島(1984)は日本列島太平洋岸域の海況変遷を図示した中で、東北地方沿岸の温暖化を南関東の約6500年前より遅れ、北海道の約6000年前より早いと推定したが、今回の年代値ではそれよりおよそ1000年以上も早い時期から暖化したことを示すものである。そしてその温暖化の程度は、暖流系種の分布から大胆に推測して現在の表面最低海水温度(2月)より、2~3°C前後ほど高く、縄文海進最高期には5°Cほど高くなっていたと考えられる(松島・大嶋, 1974)。

大船渡湾沿岸の貝塚出土の温暖種

大船渡湾沿岸には多くの貝塚遺跡の分布することで知られる(酒詰, 1959; 1961; 金子, 1965など)。主なものとしては現在の大船渡湾奥から盛川に沿って約8kmも奥まった関谷洞窟遺跡(縄文早期・前期・中期・後期・晩期)をはじめ、清水遺跡(縄文中期)、大洞遺跡(縄文晩期)、蛸之浦遺跡(縄文前期・中期)、長谷堂遺跡(縄文中期・後期・晩期)、下船渡遺跡(縄文中期・後期・晩期)や細浦遺跡(縄文中期・後期・晩期)などがある。これらの遺跡から出土した貝類の中には、現在の大船渡湾沿岸には生息していないハマグリをはじめとする暖流系種(松島(1984)は暖流系種を熱帯種、亜熱帯種、温帯種に細分して、ハマグリを温帯種に区分けした)が含まれている。特にハマグリ出土した層準は縄文早期から後期までであり、縄文早期にはすでにハマグリは大船渡湾に生息していたことが推測された。この点を上述のように山田(1978)が大船渡湾奥に分布する海成沖積層から産出したハマグリにより証明した。今回は山田(1978)が採集したハマグリ¹⁴C年代測定から、縄文時代早期を示す7560±290年前の年代測定値が明らかになり、絶対年代のうえからも立証された。

大船渡湾沿岸にハマグリをはじめとする暖流系種(温帯種)が分布するようになったのは、これまで縄文海進最高期の縄文早期末から前期と考えられてきたが、今回の¹⁴C年代測定値によりそれより少し早い海進前期の縄文早期中ごろまで遡ることが明らかになった。そして縄文海進最高期には暖流系種でも亜熱帯種(松島, 1984)で知られるハイガイも生息できる海況

となったと考えられる。このことを示唆する資料としては下船渡遺跡と隣接する広田湾に面した湾奥の門前貝塚（酒詰, 1961）より出土しているハイガイがある。ハイガイが東北地方において生息していたことを示す資料は、仙台湾沿岸の貝塚遺跡から多数出土しており、その時期の早いものでは縄文早期の遺跡で知られる宇賀崎貝塚の約7900~7600年前を示す ^{14}C 年代測定値がある（宮城県教育委員会, 1980）。この時期には仙台湾沿岸がハイガイの生息できる環境となっていたことを示す。ちょうどこの時期、仙台湾より約100km 北に位置する大船渡湾や広田湾沿岸ではハマグリが生息できる環境となっていた。そして縄文海進最高期になって温暖化がさらに進むとハイガイの生息できる環境となった。この一連の変化は縄文海進に伴う本地域の海況変遷を、沿岸に形成された縄文貝塚が記録していたことを物語るものである。

ま と め

- (1) 岩手県大船渡湾湾奥の海成沖積層の下部層準から産出したハマグリ ^{14}C 年代測定値は、 7560 ± 290 y.B.P. (GaK-12151) であることが明らかになった。この年代値は縄文海進前期を示し、当時の大船渡湾における海面高度は海拔-12m前後に位置していた。
- (2) ハマグリは現在の大船渡湾では生息していない暖流系種である。本種と一緒に東北地方では生息しない暖流系種のヒナガイ、オオモノハナガイも産出した。これらの暖流系種の分布から、この時期の大船渡湾沿岸では、現在の表面最低海水温度（2月）より、 $2 \sim 3^{\circ}\text{C}$ 前後ほど高くなっていたと考えられる。
- (3) 大船渡湾沿岸に形成された縄文貝塚遺跡の貝類に含まれる温暖種の特徴から、縄文海進前期の大船渡湾や広田湾沿岸ではハマグリが生息できる環境となり、温暖化がさらに進んだ海進最高期になるとハイガイが生息できる環境に変わった。このような環境変化は本地域での縄文海進に伴う海況変遷を現していることである。

文 献

- 千田 昇・松本秀明・小原真一 1984 陸前高田平野の沖積層と完新世の海水準変化. 東北地理, **36**, (4), p. 232-239.
- 金子浩昌 1965 貝塚と食糧資源. 日本の考古学 縄文時代Ⅱ, p. 372-398.
- KURODA, T. and HABE, T. 1952 Check list and bibliography of the Recent marine mollusca of Japan. 210 p.
- MAEDA, Y. 1978 Holocene transgression in Osaka Bay. *Osaka City Univ.*, 21, Art. 3, p. 53-63.
- 松島義章 1984 日本列島における後氷期の浅海性貝類群集—特に環境変遷に伴うその時間・空間的変遷—. 神奈川県立博物館研究報告（自然科学）, 15, p. 37-109.
- 松島義章 1987 多摩川・鶴見川低地における完新世の相対的海面変化. 川崎市内沖積層の総合研究, 川崎市民ミュージアム報告, 1, p. 125-132.
- 松島義章・大嶋和雄 1974 縄文海進における内湾の軟体動物群集. 第四紀研究, **13**, (3), p. 135-159.
- 宮城県教育委員会 1980 金剛寺貝塚・宇賀崎貝塚・宇賀崎1号墳他. 宮城県文化財報告書, No. 67, 231 p.
- 太田陽子・海津正倫・松島義章 1987 日本における完新世相対的海面変化とそれに関する問題—1980~1988における研究の展望—. 第四紀研究, **29**, (1), p. 31-48.
- 酒詰仲男 1959 日本貝塚地名表. 土曜会, 126 p.

酒詰仲男 1961 日本縄文石器時代食糧総説. 土曜会, 321 p.

山田弥太郎 1978 氷河時代以降の大船渡. 大船渡市史 1, p. 201-213.

海色リモートセンシングに対する植物プランクトン の鉛直分布の影響について

新井田 秀一
(神奈川県立博物館)

Effect of Phytoplankton Vertical Profile at Ocean Color Remote Sensing

Shuichi NIIDA
(Kanagawa Prefectural Museum)

Abstract At ocean color remote sensing from the space, we need to understand the relation between phytoplankton pigment concentration and upward water-leaving light. But it is thought to be the effect of phytoplankton vertical profile on ocean light. This study used models from transparency or one attenuation length. The results suggest that the model used from one attenuation length agrees with the data observed.

1 はじめに

海の色を決める要因は、2つある。ひとつは、空の色が海の表面において反射して我々の目に届いて見える「見かけの海の色」で、曇空の日に見える「鉛色の海」といわれるたぐいがこれである。もう一つは、海水中に入射した太陽光が、懸濁物質（海水中の濁り）にあたって反射して海面から放射され、我々の目に届く「本来の海の色」である。

この本来の海の色のおぼろげな違いを分離して、水質情報を得ようとするのを「海色リモートセンシング」という。人工衛星を用いた海色リモートセンシングにおいて観測される水質情報は、主に植物プランクトン色素濃度や懸濁物量であるが、黄色物質濃度を計測するアルゴリズムの研究も進んでいる（BRICAUD, MOREL and PREIUR, 1983 他）。これらの情報から、バイオマス、海洋基礎生産量、カーボンサイクル、漁場形成・生態系サイクル、富栄養化、水塊解析等が検討できる。また、人工衛星を用いる利点としては短時間に広範囲を観測でき、さらに繰り返しデータが得られることが上げられる。このことから、経年的・季節的な基礎生産力の変化、水塊・フロント解析などの漁海況情報、海洋環境保全（赤潮など）のための基礎情報などへ応用できる。

ここで、海水中の物質が鉛直方向に一樣に分布しているならば、光の受ける影響も一樣と仮定することが出来るが、実際の観測においてはそのような例は少ない。今回は、光に影響を与える物質として植物プランクトンを例に取り、その鉛直分布が与える海色の変化について検討する。

2 海水中の光の挙動

海面に入射した光の強さは、水深に対して指数関数的に減少するが、その減少の割合は波長によって異なる。海水だけの影響で考えると、波長の長い光（赤色）は海水自体による吸収が大きいので、水深の浅いところまでしか透過しない（Fig. 1: 右側）。それに対して波長の短

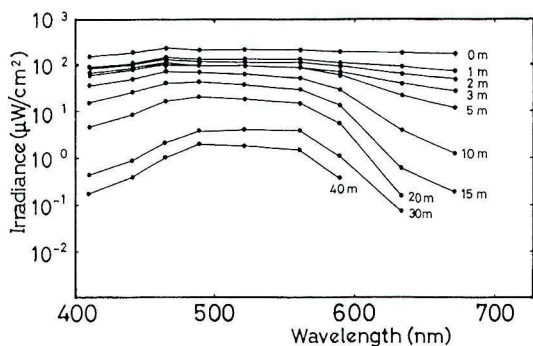


Fig. 1 Spectral distribution of downward irradiance.

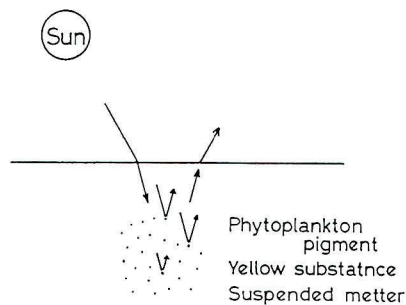


Fig. 2 Theory of ocean color remote sensing.

い光(青色)は海水には余り吸収されないので比較的深いところまで透過する(Fig. 1: 左側)。その途中で少しずつではあるが水の分子によって散乱され、そのために十分に水深が深ければ上向きの光となって海面に戻ってくる。黒潮のように、濁りの少ない水(透明度の高い水)では、その名のとおりに黒色に近い青色となる。

実際には、植物プランクトンや懸濁物質などさまざまなものが海水中に存在するため、これらによる散乱が生じる(Fig. 2)。前述のとおり長波長の光は水分子に吸収されるため散乱される量は少ないと考えられるので、これらの影響は、短波長側に表れることになる。特に植物プランクトンの影響は500 [nm]より短い波長に表れる。

海色リモートセンシングは、調べる対象の影響が著しく表れている波長帯を観測する。しかし、影響が大きいということはそれだけ減衰が大きく、海中深くまで光が到達しない。また、極大層が存在すればその部分で急激に減衰するために、光の分布に影響がでるはずである。

3 使用データと検討方法

海色リモートセンシングでは、海面からどの程度の深さまでの植物プランクトン色素濃度情報が得られればよいのだろうか。

海面の光量に対して1%になった深さを補償深度(compensation depth)という。これは大まかにいうと植物プランクトンが光合成を行う限界の深さである。Ichimura(1965)によると、この深さは透明度の2倍であるとしている。ちなみに透明度とは、直径30 [cm]の白色円盤(透明度板と呼ばれる)を海中に沈め、それが見えなくなるまでの距離をいう。つまり、白色円盤にあたって跳ね返ってくる海水中の光が、人の目で確認できる限界の距離ということになる。海洋の基礎生産を考える場合、表層から補償深度までの有光層(euphotic zone)がその現場を支えているといわれるので、この深さまでの情報が得られるのが望ましいと考えられる。

これに対し、光が海水中で減衰(消散)していく割合を消散係数(attenuation coefficient)というが、この逆数をとった消散距離(attenuation length)というものがある。この深さでの光量は、海面の $1/e$ となる。

そこで、1986年から1989年までの観測データを基にして検討する。1988年の三陸沖観測から代表的な鉛直分布を3種類に分類した(Fig. 3)。Stn. 3は水深の増加とともに植物プランクトン色素濃度も増加している。Stn. 7は30[m]層に極大があり、Stn. 13は20[m]層に極大がある。

観測点を代表する植物プランクトン色素濃度を決める方法として、次の3種類を検討する。

① 透明度水深 T までの単純平均 C_T

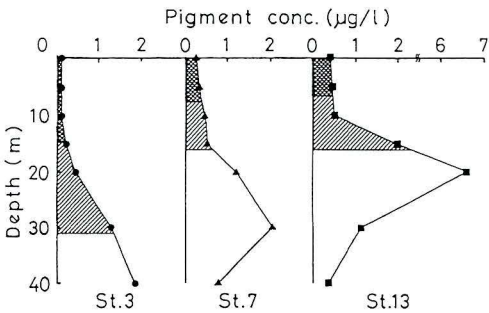


Fig. 3 Vertical profile of phytoplankton pigment at cruise No. BO8808.

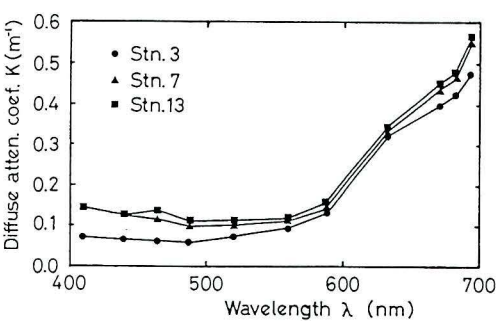


Fig. 4 Spectral diffuse attenuation coefficient (K) vs. wavelength.

Table 1 Concentration of phytoplankton pigment [$\mu\text{g/l}$].

Stn. No.	C_T	C_K	C_Z
3	0.44	0.13	0.11
7	0.42	0.38	0.35
13	0.83	0.44	0.42

$$C_T = \frac{1}{T} \int_0^T C(z) dz \tag{1}$$

② 消散距離 K^{-1} までの単純平均 C_K

$$C_K = \frac{1}{K^{-1}} \int_0^{K^{-1}} C(z) dz \tag{2}$$

③ 消散距離 K^{-1} までの加重平均 C_Z

$$C_Z = \frac{\int_0^{K^{-1}} C(z) f(z) dz}{\int_0^{K^{-1}} f(z) dz} \tag{3}$$

$$\text{重み関数} : f(z) = e^{-2Kz} \tag{4}$$

ここで、 $C(z)$ は水深 $Z[\text{m}]$ における植物プランクトン色素濃度である。Fig. 3 にある観測点の (1)～(3) 式による計算結果を Table 1 に示す。観測の都合上、40[m] 以上の水深については植物プランクトン色素濃度を測定していないため、透明度水深の 2 倍については検討していない。

光は海水中では指数関数的に減少するため、植物プランクトンの影響も水深が深くなるにつれて指数関数的に減少すると考え、重み関数を考えたのが③の加重平均である。

この計算で用いる透明度水深や消散距離は Fig. 3 の中に記されている。ハッチ部は透明度水深までの濃度を示し、表面側のクロスハッチ部は消散距離までの濃度を示している。観測点の 3 つのパターンは、Stn. 3 と Stn. 13 は消散距離までは濃度変化はないが、透明度水深にかけて増大する。Stn. 7 は透明度水深より深いところに極大がある。

4 検 討

各観測点における海水の光学的性質を放射照度消散係数のスペクトルグラフ (Fig. 4) で調

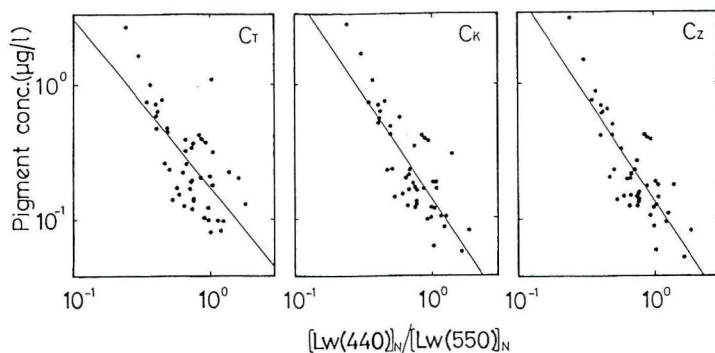


Fig. 5 The upward normalized radiance ratio $[Lw(440)]_N/[Lw(550)]_N$ vs. phytoplankton pigment concentration (C_T , C_K , C_Z).

べる。Stn. 7 (▲印) と Stn. 13 (■印) のスペクトルは全体的に似通っていることが読み取れる。これに対して Stn. 3 (●印) はこれよりも下側にある。このことは Stn. 7 と 13 よりも Stn. 3 のほうが消散が弱いと考えられる。とくに 500 [nm] よりも短波長側に開きが大きい。

このことから考えられることをまとめると次のようになる。

- ① Stn. 3 では見かけ上、低色素濃度のような光学的性質を示すので、深い部分の高色素濃度は影響を与えない。
- ② Stn. 7 では極大部が透明度水深以深にあるので、計算された濃度にほとんど差がない。
- ③ Stn. 13では極大部の影響が C_T にあらわれ値が大きくなるが、 C_K はStn. 7とほぼ同じ。

しかし、消散係数スペクトルはStn. 7とほぼ同じなので色素濃度もほぼ同じと思われる。

この結果海面輝度に影響を与えるのは、消散距離までであることが分かった。透明度水深までの情報は得られず、ましてや透明度の2倍といわれる有光層の情報は得られないことになり、海洋の基礎生産量の推定に対して問題を残すこととなる。

正規化海面輝度 (GORDON and CLARK, 1981) を用いて、色素濃度との関係を調べたのが Fig. 5 である。47観測点での相関係数はそれぞれ、 -0.69 、 -0.81 、 -0.83 となり、透明度水深までの平均を用いるよりも向上しているが、消散距離の加重平均と単純平均との間では有意な差は見られなかった。加重平均値と単純平均値とでその値に差がある観測点が全体の数パーセントしかなかったためである。

謝辞：本報告をまとめるにあたり、東海大学大学院在学中から多大なるご指導ご尽力を賜った故夏目巨夫東海大学海洋学部教授のご冥福をお祈りしたい。

参 考 文 献

- BRICARD, A., A. MOREL and L. PREIUR, 1983. Optical efficiency factors of some phytoplankters. *Limnol. Oceanogr.*, **28**, 816-832.
- GORDON, H. R. and D. K. CLARK, 1981. Clear water radiances for atmospheric correction of coastal zone color scanner imagery. *Appl. Opt.*, **20**, 4175-4180.
- ICHIMURA, S., 1956. On the ecological meaning of transparency for the production of matter in phytoplankton community of lake. *Bot. Mag. Tokyo*, **69**, 219-226.

長野県産ゴマノハグサ科・コゴメグサ属と ゴマノハグサ属の検討

高 橋 秀 男
(神奈川県立博物館)

A Revision of the Genera *Euphrasia* and *Scrophularia* (Scrophulariaceae)
in Nagano Prefecture, Central Japan

Hideo TAKAHASHI
(Kanagawa Prefectural Museum)

Abstract The genera *Euphrasia* and *Scrophularia* of the family Scrophulariaceae in Nagano Prefecture are taxonomically studied. As the result, the following two new varieties are described: *Euphrasia multifolia* WETTSTEIN var. *inaensis* H. TAKAHASHI and *Scrophularia musashiensis* BONATI var. *ina-vallicola* H. TAKAHASHI.

は じ め に

1989年から長野県植物誌編纂でゴマノハグサ科 Scrophulariaceae を分担し、あわせて長野県白馬村のフロラをもまとめることになり、1991年7月、1992年8月の2回に亘り、調査のため白馬連峰に登山し、ヒナコゴメグサ *Euphrasia yabeana* の検討をする機会を得た。白馬・後立山連峰のフロラを「白馬・後立山連峰と東方山麓のフロラ」の表題で、1969年に当館研究報告第1巻3号に発表した。ヒナコゴメグサについては、資料不足で未解決の分類学的な課題を抱えた種類として登載した。

栃木市の古瀬義氏からは、長野県南部に分布するツクシコゴメグサ *Euphrasia multifolia* は湿地性であり、九州産が草原性であるのと異なり、古く小泉秀雄(1936)が新種・イナコゴメグサとして記載している、とのご教示を頂いた。そこで長野県平谷村とかけ離れている、長崎県吾妻岳の現地調査を行い、外部形態の比較を試みた。

一方、サツキヒナノウスツボ *S. duplicato-serrata* は、伊那谷と関東地方に産する標本と比較検討したところ、外部形態に若干差異があることに気づき、1989年に長野県伊那谷と関東地方の高尾山、栃木県などの現地調査を実施した。その結果は予報的に長野県植物研究会誌25号(1992)に報告しておいた。本報では、これらを一括して報告するものである。

執筆に当り、生育地のご案内や標本のご提供をして下さった栃木市在住 古瀬義氏、生育地のご教示をして下さった高尾自然科学博物館 新井二郎氏、滋賀県産の標本を採集してお送り下さった滋賀県立短期大学 小林圭助氏、標本の写真撮影にご協力を頂いた本館主任学芸員 勝山輝男氏、白馬岳調査に同行された東京農業大学学生 高橋博幸・千葉悟の両君には現地でご協力を頂いた。ここに記し、衷心よりお礼申し上げる。

また、標本の閲覧に便宜を計って下さった国立科学博物館、信州大学、京都大学のハーバリウムの先生に厚くお礼申しあげる。

1. ヒナコゴメグサ

ヒナコゴメグサ *Euphrasia yabeana* は、矢部吉禎が1902年8月に、白馬岳で採集した標本に基づき、中井猛之進(1912)がドイツの雑誌 Fedde. Repert. に発表したものである。本種は後、古海正福(1916)、河野齡蔵(1931)、木村陽二郎(1944, 1948)、武田久吉(1935, 1937, 1960)、原寛(1948)、武田久吉・田辺和雄(1957)らによって認められてきたが、東亜産コゴメグサ属を検討した山崎敬(1962, 1963)は、この種はミヤマコゴメグサ *Euphrasia insignis* の発育不良な型につけられたものであるとして、その異名に整理した。

大井次三郎は始め「日本植物誌」(1956)では独立の分類群と認め、記載文を掲載したが、後の改訂版(1965)ではミヤマコゴメグサの異名に落し、記載文は削除されている。ミヤマコゴメグサと同一種として扱う山崎敬(1962, 1963)の見解は、奥山春季(1966)、清水建美(1982)らに支持され、高山植物図鑑も異名の扱いをしている。筆者も白馬・後立山連峰のフロラのなかでは、山崎敬(1962, 1963)の見解に従い、ミヤマコゴメグサが風衝草原に生えた貧弱な型として注記し、とくに種類としてはリストに登載しなかった。しかし、1962年8月の調査の際、白馬岳稜線付近の自生地直に観察したところ、これはミヤマコゴメグサとは明らかに異なり、中井猛之進が記載したヒナコゴメグサ *Euphrasia yabeana* は種として認められるべきであると思われた。そこで、ヒナコゴメグサとミヤマコゴメグサの比較検討を試みたところ、幾つか知見が得られたので、以下報告する。

検討した標本は、ヒナコゴメグサは白馬岳山頂付近の稜線(標高2800m)に生育するもの、ミヤマコゴメグサは、白馬岳の猿倉～白馬尻(標高1500m)・白馬鍾ヶ岳の杓子沢(標高1540m)・八方尾根黒菱(標高1340m)に生育するもので、いずれも生の個体を用い、他に神奈川県立博物館に収蔵されているさく葉標本を対象とした。

中井猛之進の *Euphrasia yabeana* の原記載を訳すと次のようになる。

「茎は単純または少数分枝し、高さ3-8 cm、白い曲毛があり、腺毛はない。葉は扇形、基部は切形、楔形または心形状の楔形、先端は鈍形の牙齒があり、縁辺は小刺毛がある。牙齒は両側に2個、葉の下面に腺毛はない。萼筒は倒円錐形または卵円形、長さ1-2 mm、裂片は卵円形または円形で反り返り、花冠は筒部より超出する。花冠は背面で長さ6-7 mm、下唇は上唇より長く3裂する。裂片の先は凹頭。さく果は卵円形または広楕円形、分果は凹頭、縁辺は刺毛がある。種子は楕円形、縦に走る翼状の列が16-18個ある。

Euphrasia matsumurae に近似しているが、茎や葉に腺毛はなく、がく裂片は反り返ることによって異なる」。

中井猛之進が原記載で *Euphrasia matsumurae* に近似している、と記述しているので、先ず *Euphrasia matsumurae* との比較研究を試みた。*Euphrasia matsumurae* はコバノコゴメグサまたはヒナコゴメグサの和名があり、八ヶ岳連峰、赤石山脈、日光、秩父、那須など主に太平洋側に分布の中心がある種類である。茎、葉、萼に腺毛があり、萼は不等に4裂し、裂片は鈍頭である。ヒナコゴメグサ *Euphrasia yabeana* では萼裂片が鈍頭である点はコバノコゴメグサに共通で、葉や花の形など類似しているが、茎、葉、萼は腺毛を欠き、茎には白い曲毛あり、萼はほぼ等しく4裂し、コバノコゴメグサとは重要な形質で異なっている。茎に白い曲毛があり、萼、茎、葉に腺毛を欠き、萼はほぼ等しく4裂する形質はミヤマコゴメグサ *E. insignis* 群の特徴であり、ヒナコゴメグサはそれとは多くの形質で一致するものがある。ミヤマコゴメグサ群は、主に日本海側に分布の中心がある集団である。したがって、本稿ではミヤマコゴメグサ群と考定し、外部形態を比較し、分類学的な評価を行った。

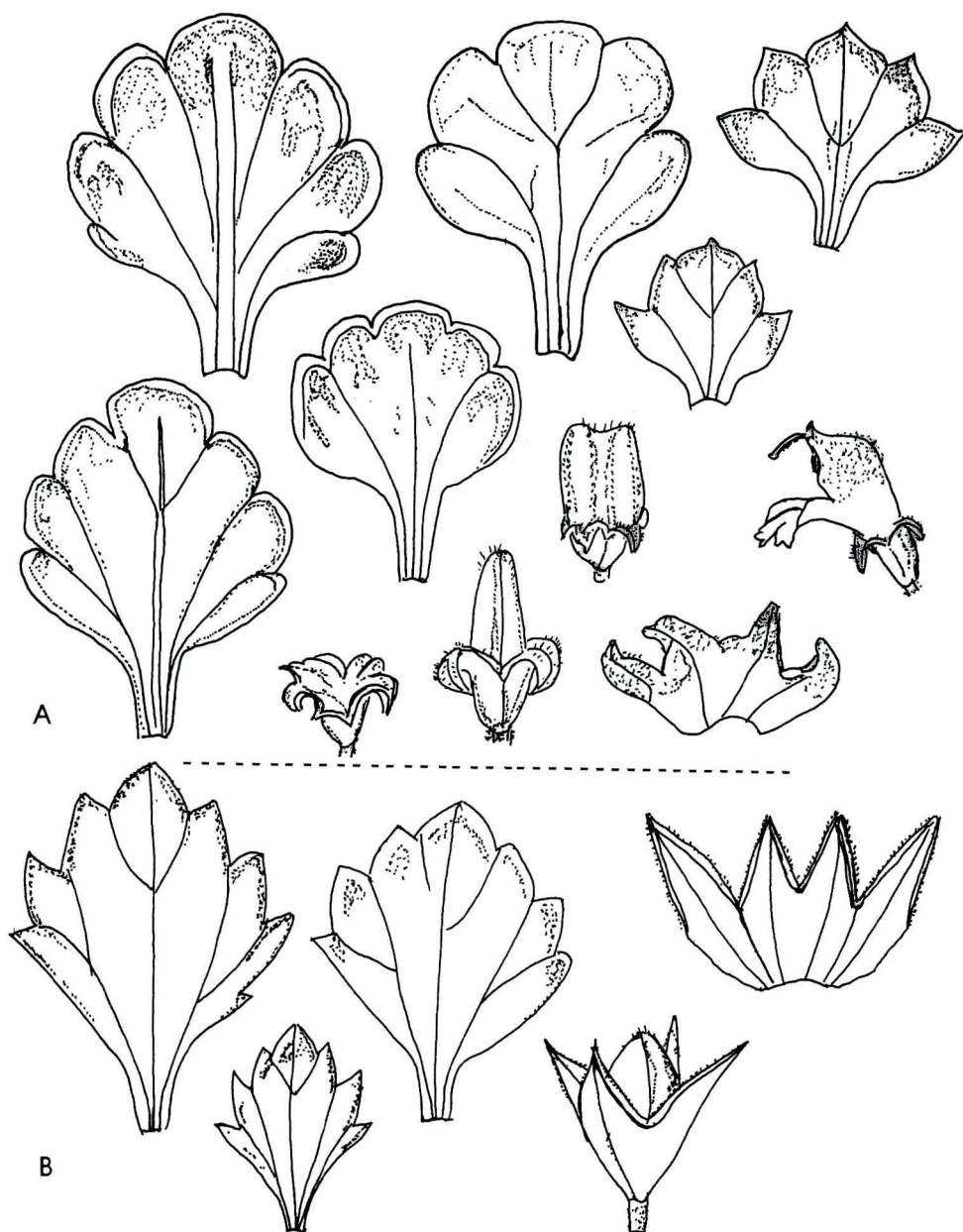


Fig. 1 A. ヒナコゴメグサ *Euphrasia yabeana*.
 B. ミヤマコゴメグサ *E. insignis* var. *insignis*.
 (ca $\times 4$)

ミヤマコゴメグサとヒナコゴメグサを比較した主要な形質の相違は次のようである。また、それらを Fig. 1 に示した。

	ミヤマコゴメグサ <i>E. insignis</i> var. <i>insignis</i>	ヒナコゴメグサ <i>Euphrasia yabeana</i>
葉 及 び 苞 葉 の 鋸 歯	鋭頭 上部の苞葉では鋭尖頭	鈍頭または円頭 上部の苞葉ではやや鋭頭
萼 裂 片	三角形披針形，鋭尖頭で斜上する 内面の毛は疎ら，または無毛である	狭卵形，鈍頭で著しく反曲する 内面は毛が密にある
花冠（背面） の 長 さ	8-10 mm	6-7 mm
萼とさく果の 長 さ の 比	さく果は萼と同長または少し長い	さく果は萼より著しく長く超出する

ほかにヒナコゴメグサは葉が厚く，葉の縁辺は肥厚し，苞葉と苞葉は密に重なって付く。生育環境は丈の低い風衝草原で，花期は8月。現在調査したところでは白馬岳の固有種と考えられる。

以上，現地での観察と標本で検討した結果では，白馬岳の風衝草原に生えるものはミヤマコゴメグサとは明らかに異なる形態的特徴をもち，充分独立の分類群として認められ，従来異名として扱われることの多いヒナコゴメグサ *Euphrasia yabeana* を復活させるべきものと考ええる。筆者が1982年，木曾駒ヶ岳で記載したコケコゴメグサ *E. kiso-alpina* と白馬岳のヒナコゴメグサ *E. yabeana* は，いずれも風衝草原に適応した一型と考えられ，生態的，形態的に共通した特徴を備えている。

最近出版された高山植物図鑑を見ると，ミヤマコゴメグサとして紹介されている写真にはヒナコゴメグサのタイプが多い。

***Euphrasia yabeana* NAKAI in Fedde, Repert 11: 33-34 (1912)**

FURUMI M., 1916 in Bot. Mag. Tokyo **30**: 137; TAKEDA H., 1935, Bot. & Zool. III: 1572, t.5 1; OHWI J., 1956, Flora of Japan p.1055.

Nom. Jap.: Hina-kogomegusa

Specimen examined: Honshu, Nagano Pref., Mt. Shirouma-dake (KPM-87754)

Distribution: Mt. Shirouma-dake. Endemica.

2 イナコゴメグサ

本種は，小泉秀雄が八巻凡人の案内で，1930年9月に長野県下伊那郡根羽村で，古瀬義は1927年，1932年9月，1979年9月の3回にわたり，同一産地で採集された，古くから知られていた種類である。小泉秀雄は，1936年発行の共立子葉学専門学校交友会誌「宇陀野」6号に，*Euphrasia inaensis* H. KOIDZUMI イナコゴメグサと名付け，標本写真を添えて最初に発表した。羅文と和文の記載はあるが，植物学の専門雑誌でなく，発表形式が不適当で，有効名とはなっていない。

古瀬義は1932年に採集した標本を，1952年大井次三郎に同定を求めたところ，ツクシコゴメグサと同定された。その標本には「*Euphrasia multifolia* WETTST. と考ふ。J. Ohwi March.

1952」と Determination card が付けられ、国立科学博物館に収蔵 (TNS55138) されている。

したがって、大井次三郎はイナコゴメグサはツクシコゴメグサと同一種と見なす見解を「日本植物誌」(1956)に発表され、ツクシコゴメグサ *Euphrasia multifolia* WETTST. の分布域に、信州：伊那をあげた。東亜産ゴマノハグサ属を検討した山崎敬 (1962, 1963) も同一種として扱い、「下伊那のものが事実とすれば、非常に面白い分布である」と述べておられる。

筆者は古瀬義氏から1979年9月に採集した下伊那郡売木村、平谷村の標本の提供を受けたが、さらに自生地のご教示も頂き、下伊那郡を訪れたほか、九州産の標本も生で観察する必要が生じ、長崎県の吾妻岳の現地調査を実施した。

イナコゴメグサはツクシコゴメグサと外部形態を比較してみると、次の形質で異なっている。

	イナコゴメグサ <i>E. multifolia</i> var. <i>inaensis</i>	ツクシコゴメグサ <i>E. multifolia</i>
生育環境	湿地生	草原生
葉形 (Fig. 2)	長楕円形 基部は楔形に狭まる	卵状長楕円形または広卵形 基部は鈍形または円形
花冠の長さ (背面)	8-10 mm	6-8 mm
花冠の色	白色で下唇の中央部に黄斑がある	白色で上唇は紫色を帯びる

自生地の環境は対照的で、イナコゴメグサ湿地性、ツクシコゴメグサが草原性である。イナコゴメグサは砂礫の湿地斜面に多く生え、平谷村の自生地ではイヌコリヤナギ、バッコヤナ

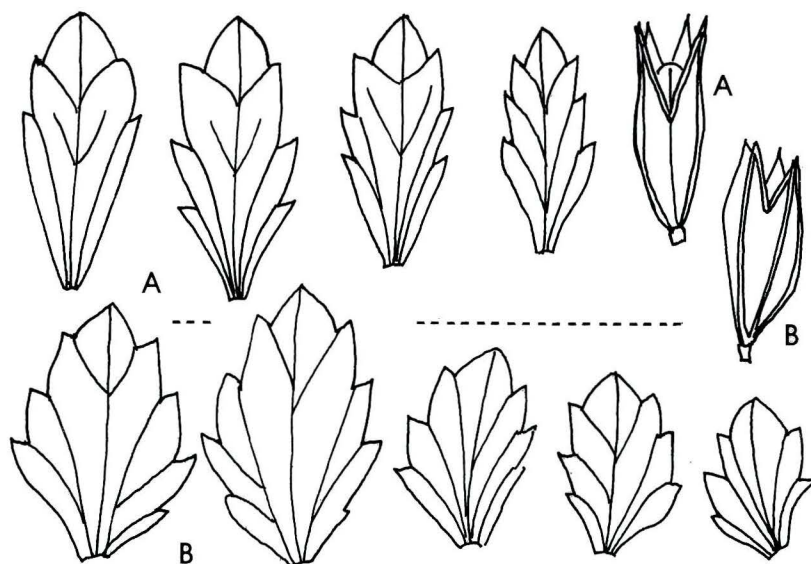


Fig. 2 A. イナコゴメグサ *Euphrasia multifolia* var. *inaensis*
B. ツクシコゴメグサ *E. multifolia*
(ca × 4)

ギ, シロモジ, レンゲツツジなどの低木が生える湿地で, ヒカゲノカズラ, ヒメシダ, ホタルイ, シカクイ, アブラガヤ, トダシバ, イトイヌノヒゲ, ヒロハノコウガイゼキショウ, ノギラン, アキノウナギズカミ, チダケサシ, ミツバツチグリ, イワアカバナ, アギスミレ, リンドウ, アキノキリンソウ, ニガナなどに混じって見られた。

ツクシコゴメグサは乾いたススキ草原に生える。雲仙吾妻岳ではナワシログミ, イヌツゲ, ミヤマキリシマ, ヒサカキなどの低木が点在するススキ草原で, シバ, トダシバ, ススキ, アリノトウグサ, ヒメハギ, ウメバチソウ, ネコハギ, オミナエシ, メナモミ, ホソバヤマハハコなどに混生して見られた。

イナコゴメグサは非常にツクシコゴメグサに類似しているが, 葉及び苞葉は長楕円形, 鋭頭の鋸歯は3-4対あり, 葉脚は楔形に狭くなる。萼裂片は鋭尖頭, 花はツクシコゴメグサに比べ大きく, 背面で長さ8-10 mm あり, 白色で下唇に黄斑がある。

ツクシコゴメグサでは, 葉及び苞葉は卵状長楕円形または広卵形, 鈍～鋭頭の鋸歯が3-4対あり, 葉脚は鈍形または円形となる。花は背面は長さ6-8 mm あって, イナコゴメグサに比べると小さく, 一般に上唇は紫色を帯びる。

以上比較してきたように, 両種群は類似しているが, 生育環境, 葉形, 萼, 花冠の大きさ, などに形態的な変異があるところから, 伊那谷の集団を新分類群として記載した。

***Euphrasia multifolia* WETTSTEIN in Mongr. Euphrasia 126 (1896)**

var. ***inaensis*** H. TAKAHASHI var. nov. (Fig. 2)

Euphrasia multifolia affinis, sed exqua differt, foliorum et bractearum dentes acutis, basi cuneata, floribus majoribus.

Caulis 16-40 cm. electus simplex v. pauci-ramosus, Folia sessilia oblonga 5-13 mm longa, apice acuta, basi cuneata, utrinque latere 3-4 dentata, apice acuta glabra. Calyx cylindricus 4.5-5.5 mm longus, lobis acuminatis. Corolla in dorso 8-10 mm longa, alba lobio inferiore luteo-maculata. Stylus 6-7 mm longus. Antherae 1-1.2 mm longae.

Nom. Jap.: Ina-kogomegusa (H. KOIDZUMI, 1936)

Typus: Honshu, Nagano. Pref., Shimoina-gun Hiraya-mura (H. TAKAHASHI, Sep. 10, 1989 KPM-81752)

Distribution: Nagano Pref., Endemica.

Specimens examined: Honshu Nagano Pref., Shimoina-gun Hiraya-mura (M. FURUSE, Sep. 16, 1979. KPM-81750), Uriki-mura (M. FURUSE Sep. 16, 1979 no. 14090, KPM-81751).

3 伊那谷産サツキヒナノウスツボ

1989年にサツキヒナノウスツボ *Scrophularia musashiensis* の分布を調べるために, 伊那谷の自生地を訪ね, その生態や形態を観察してきたところ, 本県産は関東, 近畿地方産とは形態的に若干差異があることに気づいたので長野県植物研究会誌25号に予報的に報告しておいた。

伊那谷産サツキヒナノウスツボについては, 高森町, 宮田村黒川, 駒ヶ根市池山などを歩き, 生の標本を収集する一方, 神奈川県立博物館に収蔵されている標本を検討した。比較のために用いた関東産は栃木県柏倉と高尾山の現地調査を実施し, 生の標本を収集した。また東京農業大学植物教室の学生からは奥多摩産の標本の提供も受けた。鈴鹿山地(滋賀県)については滋賀県立短期大学の小林圭介氏を頼り, 生の標本を採集して頂いた。



Fig. 3 **a-c** サツキヒナノウスツボ *Scrophularia musashiensis* **d, e.** イナサツキヒナノウスツボ *S. musashiensis* var. *ina-vallicola*
a. 滋賀県多賀町産. **b.** 栃木県柏倉. **c.** 東京都高尾山 **d.** 駒ヶ根市池山. **e.** 宮田村黒川溪谷. (1/9に縮小)

まず本旨に入る前に、サツキヒナノウスツボ *Scrophularia musashiensis* とヒナノウスツボ *S. duplicato-serrata* の差異について述べる。

サツキヒナノウスツボ *Scrophularia musashiensis* の花序は、葉腋に付き葉より短く、花期は4月下旬～5月と春先に咲き、花冠は長さ9–12 mm、さく果は卵状球形で下部が太く丸く上方へ次第に細くなり、長さ8–12 mm あって、ヒナノウスツボより大きい。はじめ秩父・奥多摩・子仏山地に限られた分布域をもっているとされたが、山崎敬（1962）は、秩父・奥多摩から飛び離れて、長野県の本曾駒ヶ岳北部から南駒ヶ岳の伊那側山地にも分布することを報告した。北村二郎ら（1968）はかけ離れた滋賀県犬上郡多賀町にも分布することも明らかにした。京都大学のハーバリウムには、福井県三方郡能登町 250 m で渡辺定路氏の採集された標本があった。また、関東地方では古瀬義によって、栃木県柏倉での新産地が明らかにされた。

類似のヒナノウスツボ *S. duplicato-serrata* は、花序は茎の先端に円錐花序をなし、花期は7～9月、花冠は長さ6–9 mm、さく果はほぼ球形、長さ6–7 mm、サツキヒナノウスツボとは、花序の出方、花期が遅く、花冠、さく果とも小形であることによって識別できる。本州（関東、中部以南）、四国、九州に広く分布する。

次に、伊那谷産サツキヒナノウスツボと、分布域のかけ離れた関東や鈴鹿山地のサツキヒナノウスツボと外部形態を比較してみたところ、次のように形態的な変異が明らかになった。

伊那谷産サツキヒナノウスツボは、花序は葉腋の下方から上方にいたる全て（しばしば最下部の葉腋には花序を欠く）につき、頂生の花序はつくらない。葉は上部に至るに従い、次第に小形化し、茎頂部の1対が極端に小型化した苞葉となり、葉腋には葉より短い花序を出して、1～3花を付ける。茎頂の1対の苞葉間から出る花は、しばしば著しく小形化した閉鎖花となる（Fig. 3）。花は5月中旬から6月にかけて咲き、花冠筒部の上半部や上唇は褐色で、全体は光沢のない緑褐色の花を開く。さく果は卵状球形で、先は上方へしだいに細くなって尖る。

関東地方や鈴鹿山地のサツキヒナノウスツボでは、上部の葉腋の一部と先端に、多くは疎らな円錐花序をつける。上部の円錐花序につけた葉は、苞葉状に小型化する特徴をもっている。（Fig. 3）。花の色も、花冠筒部の上半部や上唇は光沢のある赤褐色である。

以上、比較したように、伊那谷産サツキヒナノウスツボは、奥多摩・秩父・子仏山地や鈴鹿山脈のサツキヒナノウスツボとは、花序のつき方や花冠の色が異なる集団であることが明らかになった。

伊那谷におけるサツキヒナノウスツボは伊那市、宮田村、駒ヶ根市、高森町、飯島町などに分布し、標高1000～1800 m の溪畔に生える。従来、サツキヒナノウスツボ *Scrophularia musashiensis* は関東地方の小仏山地から、飛んで本曾谷の集団、さらに遠くかけ離れて鈴鹿山地、福井県能登町に及ぶ、極めて隔離的な分布をする興味深い種類で、とくにフォッサマグナ地域に分布を欠き、フォッサマグナ要素に対して、フォッサマグナ欠如要素として注目された。今回の報告で伊那谷の集団が軽微な差異とはいえ形態的な変異が見られたことは、このヒナノウスツボ群の分化の筋道を明らかにする上に重要な発見と言えよう。伊那谷産の集団にこのような形態的な分化が起こったのか、今後の興味深い研究課題である。速断はできないが、一つには気候的な要因と密接不離な関係があるように思われる。

本稿では、これをイナサツキヒナノウスツボと新称し、新分類群として記載する。

Scrophularia musashiensis BONATI M. G., in Bl. Soc. Bot. France 58: 520 (1911)

var. *ina-vallicola* H. TAKAHASHI var. nov.

Scrophularia musashiensis affinis, sed exqua differt, inflorescentia totalis axillaris 1-3 florifera.

Inflorescentia totalis axillaris 1-3 florifera, sine terminalis-inflorescentia. Corolla 10-12 mm, longa 2-labiata, lobio superiore opaca virescens-fuscatus. Capsula 9-12 mm longa, 8-10 mm lata, ovato-globosa, apice attenuate acuta.

Nov.Jap.: Ina-satsuki-hinanousutubo

Typus: Honshu, Nagano Pref., Miyada-mura, Kurokawa-keikoku (H. TAKAHASHI, Jun. 19, 1989. KPM-81753).

Distribution: Nagano Pref., Ina Valley. Endemica.

Specimens examined: Honshu Pref. Nagano; Ina-shi, Koyasiki, 1150 m in alt., May 23 1981, T. BABA (SHIN 101450-fl.); Miyada-mura, Fudou-no-taki, 1300 m in alt., 1981 Aug. 4, 1981, T. BABA (SHIN 1101131-fr.); Miyada-mura, Kurokawa-keikoku, Jun. 19, 1989, H. TAKAHASHI (KPM 77736-fr.); Komagane-shi, Ikeyama 1300 m in alt., Jun. 20, 1981, T. BABA (SHIN 101369-fr.); Komagane-shi, Ikeyama, Jun. 19, 1989, H. TAKAHASHI (KPM 77735-fr.), Komagane-shi, near Shirabi-daira, Jul. 6, 1976, H. TAKAHASHI, Y. YOKOYAMA et S. MARUYAMA (KPM 77732-fr.); Komagane-shi, Kita-gosyo-dani, Jul. 7, 1976, H. TAKAHASHI (KPM 77731-fr.); Takamori-cho, Fudou-no-taki 1150 m in alt., Jul. 14, 1984, T. BABA (SHIN 104352-fr.); Takamori-cho, Fudou-no-taki, May 29, 1989, H. TAKAHASHI (KPM 77733-fl.).

分 布 資 料

イナサツキヒナノウスツボ *Scrophularia musashiensis* var. *ina-vallicola*

長野県 伊那市小屋敷1150m, 1981 5, 23. 馬場多久男 (SHIN 101450-花); 宮田村不動滝 1300m, 1981 8, 4. 馬場多久男 (SHIN 1101131-果実), 宮田村黒川溪谷, 1989 6, 19. 高橋秀男(KPM 77736-果実); 駒ヶ根市池山1300m, 1981 6, 20. 馬場多久男(SHIN 101369-果実), 駒ヶ根市池山, 1989 6, 19. 高橋秀男 (KPM 77735-果実), 駒ヶ根市しらび平付近, 1976 7, 6. H. TAKAHASHI, Y. YOKOYAMA et S. MARUYAMA (KPM77732-果実), 駒ヶ根市北御所谷, 1976 7, 7. H. Takahashi(KPM 77731-果実); 高森町不動滝1150m, 1984 7, 14. 馬場多久男 (SHIN 104352-果実), 高森町不動滝, 1989 5, 29. 高橋秀男 (KPM 77733-花); 飯島町 (TNS 149206), 伊那市小横川谷 (TNS 149212).

サツキヒナノウスツボ *Scrophularia musashiensis*

栃木県 栃木市皆川城内柏倉, 1989 5, 21. 勝山輝男 (KPM 77727-花); 群馬県 桐生市鳴神山系城山 1984 6, 10 清水孝治 No. 84-769 (KYO); 東京都 御岳山~大なら峠, 1985 5, 19. 小崎昭則 (KPM 73231-花), 御岳, 1950 5, 3, 大場達之 (KPM 44851-花), 氷川町日原天粗山750-1100m, 1958, 7, 15 古瀬義 (KPM 50854, 50855-果実), 名栗溪谷, 1960 5, 8 中村武久 (KPM 6024-花). 八王子市恩方, 1955 5, 3 大場達之 (KPM 44852, 44850-花), 奥多摩川苔谷, 1958, 6, 8 大場達之 (KPM 44860-花, 44865-果実), 奥多摩川苔谷高指山, 1949 5, 22, 大場達之 (KPM 44854-花), 高尾山, 1989 6, 3 高橋秀男 (KPM 77734-果実); 埼玉県 釜伏峠周辺 1963 4, 21 佐竹義輔 (KYO), Chichibu Totugawa in Shiroku alt. ca 500 m. May 5, 1990 H. Ohhashi & Y. Tateishi (KYO); 神奈川県 藤野町 1979 6, 29 大場達之 (KPM

flk22290-果実) 滋賀県 犬上郡多賀町権現谷 1990 5, 小林圭介 (KPM 77730), Ochiai, Taga-cho, Inukami-gun. May 5, 1968 Kana NAGAI (KYO), Mt. Ryozenyama Maebara-cho, from Kaminyu to the summit, alt 700 m. May 16, 1982 G. MURATA-55620 (KYO), Kawachi, Taga-cho, Inukamigun. May 18, 1969 G. MURATA-20620 (KYO); 福井県 三方郡能登町250 m 渡辺定路-22980, 1983 5, 22 (KYO).

参 考 文 献

- WETTSTEIN R., 1896. Monographie der Gattung *Euphrasia*. p126.
- MAKINO T., 1906. Observation on the flora of Japan. *Bot. Mag. Tokyo* **20**: 4.
- BONATI G., 1911. Sur quelques especes japonaises et chinoises du genre *Scrophularia*. *Bull. Soc. Bot. France* **58**: 519-523.
- NAKAI T., 1912. *Euphrasia novae Japonicae*. Fedde, Repert. 11: 33-34.
- MATSUMURA J., 1912. Ind. Pl. Japon. II-2: 560.
- FURUMI M., 1916. Clavis et ad genera speciesque *Scrophulariacearum* in Japonia sponte crescentium nec non cultarum. *Bot. Mag. Tokyo* **30**: 109-110, 136-137.
- KOHNO R., 1931. Alpine flora of Japan, pl. 6. Tokyo.
- TAKEDA H., 1935. Bot. & Zool. III: 1570-1572, t. 50-51, Tokyo.
- 矢澤米三郎 1935. 日本アルプスの研究, 112-114, 東京.
- KIMURA Y., 1941. *Euphrasia* of Western Nippon and Manchuria. *Journ. Jap. Bot.* **17**: 524-540.
- KIMURA Y., 1943. De *Euphrasia Japonica*. *Bot. Mag. Tokyo* **58**: 85-87.
- KIMURA Y., 1943. *Euphrasia novae Japonicae*. *Acta Phyt. Geobot.* **13**: 202-206.
- KIMURA Y., 1948. *Euphrasia* of Japan, its species and its distribution. *Bot. Mag. Tokyo* **61**: 103-107.
- HARA H. 1948. Enumeratio spermatophytorum Japonicorum I: 245-284.
- YAMAZAKI T., 1949. *Scrophularia Asiae orientaris* (1). *Journ. Jap. Bot.* **23**: 79-88.
- YAMAZAKI T., 1950. *Scrophularia Asiae orientaris* (2). *Journ. Jap. Bot.* **25**: 7-14.
- OHWI J., 1956. Flora of Japan, p. 1055, Tokyo.
- TAKEDA H. et TANABE K., 1957. Illustrated manual of alpine plants of Japan, p.87, Tokyo.
- TAKEDA H., 1960. Alpine flora of Japan in colour, p. 9, Hoikusha
- YAMAZAKI T., 1962. Notes on *Scrophulariaceae* of Asia. *Journ. Jap. Bot.* **37**: 271-273.
- YAMAZAKI T., 1962. *Euphrasia* of Eastern Asia 1. *Acta Phytotax. Geobot.* **20**: 158-164.
- YAMAZAKI T., 1963. *Euphrasia* of Eastern Asia 2. *Acta Phytotax. Geobot.* **19**: 164-172.
- YAMAZAKI T., 1964. サツキヒナノウスツボの分布. *Journ. Jap. Bot.* **39**: 378.
- OHWI J., 1965. Flora of Japan rev. ed. p. 1208-1209. Tokyo.
- KITAMURA S. et al. 1968. Flora Ohmiensis, p. 66. Hoikusha.
- SATAKE Y. et al., 1981. Wild flowers of Japan, III Tokyo.
- TAKAHASHI H. NAKAMURA T. HIRABAYASHI K., 1969. The vegetation of Shirouma-Ushiroateyama Range and its eastern piedmont districts, central Honshu (Japan). *Bull. Kanagawa Mus.* **1** (3): 56.
- SHIMIZU T., 1982. The new alpin flora of Japan in color Vol. I: 76-79, pl. 24.
- SUZUKI K., 1987. Problems on flowering phenology of *Scrophularia duplicato-serrata* complex (*Scrophulariaceae*). *Bot. Soc. Nagano* **20**: 24-25.
- TAKAHASHI H., 1992. On *Scrophularia musashiensis* in Ina Valley. *Bot. Soc. Nagano* **25**: 1-3.

日本産アオスゲ類の再検討

勝 山 輝 男

(神奈川県立博物館)

A taxonomic study of *Carex leucochlora* and
its allies (Cyperaceae) in Japan

Teruo KATSUYAMA

(Kanagawa Prefectural Museum)

Abstract A Taxonomical examination was made on *Carex leucochlora* and its allies. Four species were recognized: *C. leucochlora*, *C. discoidea*, *C. fibrillosa* and *C. lonchophora*. Moreover, *C. leucochlora* is subdivided into the six varieties: var. *leucochlora*, var. *filiculmis*, var. *aphanandra*, var. *morrisonicola*, var. *meridiana* and var. *horikawae*.

日本産アオスゲ類はきわめて多型で、これまでに多くの種内分類群や類似種が記載され、組換えが行われてきた。しかし、いまだに多くの植物研究者が納得する分類法は示されていない。神奈川県立博物館には北海道から沖縄までの多数のアオスゲ類の標本がある。そこで、これまでの研究者の見解を整理するとともに、これらの標本や、野外の個体群にあたり、再整理を試みた。

アオスゲの学名には、オーストラリアがタイプローカリティーの *C. breviculmis* R. BROWN または、中国がタイプローカリティーの *C. leucochlora* BUNGE が用いられている。オーストラリアの *C. breviculmis* は、KUKENTHAL (1909), 秋山 (1940), KOYAMA (1955), JESSOP & WEBER (1986) などの記述によると、ストロンはなく、花茎が低く (1–15cm), 葉は花茎よりも著しく高く、苞の葉身も長く、果胞には顕著な脈があるものである。これは日本産のアオスゲ類のどの型ともあわない。OHWI (1936) や KOYAMA (1978) のように種を広くとらえて、東アジアからオーストラリアまでのアオスゲ類を1種にまとめ、種内分類群もハマアオスゲとヒメアオスゲ程度しか認めない場合には、早く発表された *C. breviculmis* を用いることになる。しかし、イトアオスゲやメアオスゲなどアオスゲの種内分類群を認める場合、日本の典型的なアオスゲに対して *C. breviculmis* そのものを用いるのは適切とはいえない。中国東北草本植物志第11巻 p. 125 に *C. leucochlora* の果胞の図が載っている。これを見ると日本産のアオスゲの果胞と大きな違いはない。したがって、アオスゲを細分する場合には、秋山 (1940) や KOYAMA (1955) のように、*C. leucochlora* を用いるのが適当と考える。

OHWI (1936) は日本のアオスゲを *C. breviculmis* R. BROWN 1種にまとめてしまった。しかし、ヒメアオスゲ *C. discoidea* BOOTT, オオアオスゲ *C. lonchophora* OHWI, ハマアオスゲ *C. fibrillosa* FRANCH. et SAVAT. は図-3に示したように、果胞の性質が他のアオスゲ類とは著しく異なり、区別に困ることはない。イトアオスゲ *C. filiculmis* FRANCH. et SAVAT., メアオスゲ *C. aphanandra* FRANCH. et SAVAT., ニイタカスゲ *C. morrisonicola* HAYATA, イソアオスゲ *C. meridiana* AKIYAMA, ミセンアオスゲ *C. horikawae* K. OKAMOTO は図-1, 2の

ように草姿は異なるが、図-3に示すように果胞の性質については大きな違いがない。生育の悪いじけた個体では区別が困難な場合もあるが、十分に生育したものでは検索表に示したような点で区別が可能である。また、アオスゲとメアオスゲは関東以西の低地の草地に分布すること、イトアオスゲは北方に偏って分布すること、ニイタカスゲは本州中部の太平洋側のブナ帯～シラビソ帯に分布すること、イソアオスゲは海岸の岩場とその周辺に生えること、ミセンアオスゲは瀬戸内海や長野県などのやや乾燥したところに分布することなど、生える環境や分布には一定の傾向がある。したがって、これらをすべてアオスゲ1種にまとめてしまうのは無理がある。そこで、筆者は果胞の性質が異なるハマアオスゲ、オオアオスゲ、ヒメアオスゲは独立種とし、イトアオスゲ、メアオスゲ、ニイタカスゲ、イソアオスゲ、ミセンアオスゲはそれぞれアオスゲの変種に位置付けるのが適当と考える。これらの区別点を検索表で示す。

A. 果胞の脈は細く、数も少ない。

B. ストロンは出さない。下方の苞葉の葉身は短く、長くても花茎よりも少し長い程度。

C. 雄小穂の柄は短く、次ぎの雌小穂に接続する。雌小穂も根際につくものを除いて、比較的上部にかたまってつき、少なくとも最下の苞には明かな葉身がある。

D. 小穂は多数花。根際に雌小穂はつけない。雌花の鱗片には長いのががある……………アオスゲ

D. 小穂は比較的少数花。

E. 葉は幅が細く直立。普通、根際に雌小穂はつけない。雌花の鱗片ののぎは短い

……………イトアオスゲ

E. 葉は幅が細く直立。根際に雌小穂をつける。雌花の鱗片には長いのががある…メアオスゲ

E. 葉は大きさの割に幅が広く、地面に展開する。根際に雌小穂をつける。雌花の鱗片ののぎは短い……………ニイタカスゲ

C. 雄小穂には明瞭な柄がある。雌小穂は互いに離れてつき、苞の葉身はほとんどない。小穂は少数花……………ミセンアオスゲ

B. ストロンを出す。下方の苞葉の葉身は花茎よりも著しく高い。

C. 下方の雌小穂は離れてつき、しばしば根際に雌小穂をつける。果胞は長さ2 mm以上、幅1 mm以上で少数の太い脈がある。海岸の岩場とその周辺に生える……………イソアオスゲ

C. 小穂はすべて花茎の頂にかたまってつく。果胞は長さ2 mm以下、幅1 mm以下で脈は細くほとんど目立たない……………ヒメアオスゲ

A. 果胞には太く隆起した脈が多数あり、密に毛がある

B. ストロンを出さない。基部の鞘は淡黄褐色で、多少褐色がかっても光沢はない。果胞は嘴が長く、熟しても緑色……………オオアオスゲ

B. ストロンを出す。基部の鞘は褐色で少し光沢がある。果胞は嘴が短く、熟すと淡黄色になる。海岸砂浜付近に生える……………ハマアオスゲ

1. アオスゲ、イトアオスゲ、メアオスゲ、ニイタカスゲ、イソアオスゲ、ミセンアオスゲ

Carex leucochlora BUNGE, Enum. Pl. Chin. Bor. 68 (1831); BOOT in A. GRAY, Narr. Exped. Perry II, 323 (1856).; FRANCH. et Savat., Enum. Pl. Japon. II, 136 (1879); KITAGAWA in Bot. Mag. Tokyo 48: 10 (1934); AKIYAMA in Journ. Jap. Bot. 13: 653 (1937); AKIYAMA, Caric. Far East. Reg. As., 188 (1955); T. KOYAMA, in Acta Phytotax. Geobot. 16: 9 (1955); OKAMOTO in Bull. Okayama Coll. Sci. (1), 53 (1965).

1-a. アオスゲ

Carex leucochlora BUNGE var. **leucochlora**

Carex breviculmis (non R. BROWN) FRANCH. et SAVAT., Enum. Pl. Japon. II, 136 (1879); SUGIMOTO, Keys Herb. Pl. Jap. II, 168 (1973); KITAMURA et al., Colour. Illust. Herb. Pl. Jap. (Monoct.), 273 (1964); KATSUYAMA in Fl. Kanagawa 1988, 374 (1988).

Carex breviculmis (non R. BROWN) OHWI, Cyper. Jap. I, 353 (1936), et Fl. Jap. rev. ed., 264 (1965), et T. KOYAMA, Fl. Taiwan V, 335 (1978), pro parte.

Carex Royleana NEES ex WIGHT, Contr. Bot. Ind. 127, (1834); A. GRAY, Bot. Jap. 417 (1859); FRANCH. et SAVAT., Enum. Pl. Japon. II, 138 (1879); AKIYAMA, Consp. Caric. Jap., 135 (1932).

Carex breviculmis var. *leucochlora* MAKINO in Bot. Mag. Tokyo **10**: 320 (1896).

Carex breviculmis R. BROWN subsp. *Royleana* KUKENTH., Cyper. Caric. 469 (1909);

MATSUMURA, Ind. Pl. Jap. II-1, 102 (1905); MAKINO et NEMOTO, Nippon Shokubutu Soran, 91 (1925).

Carex akiensis K. OKAMOTO in Bull. Okayama Coll. Sci. (1), 53 (1965).

全体に硬く、高さ 15~50 cm に達する。基部の鞘は褐色でやや光沢があり、古くなると繊維に分解し、ストロンは出さない。葉は花茎とほぼ同長で、幅 2~3 mm。頂小穂は雄性で、多数の花をつけ棍棒状、長さ 1~2 cm。側小穂は 2~3 個で、雌性、互いに接近してつき、多数花を密生し、長さ 1~2 cm、幅 3~4 mm。苞葉は花茎と同高またはやや高く、ほとんど無鞘。根際に雌小穂をつけることはない。雌花の鱗片に長い芒がある。果胞には不明瞭な脈があり、長さ 2.5~3 mm、疎らに毛がある。(図-1 A, 図-3 A)

生育が良いものの区別は容易であるが、生育が悪いものは高さ 10 cm 以下のものもあり、このようなものでは雄小穂、雌小穂ともに小さくなりイトアオスゲやメアオスゲとの区別が難しくなる。イトアオスゲとは、雌花の鱗片の芒が比較的長いこと、苞にほとんど鞘がないことで区別する。メアオスゲとは根際に雌小穂をつけないことで区別する。

岡山理科大学に保管されている岡本香氏のアキアオスゲとされている標本(広島県竹原市大石駅付近 alt. 180 m, May, 24, 1961, 岡本香, No. 4201, 4207, 4208)は、いずれもアオスゲの生育の悪いものであった。したがって、OKAMOTO (1965) のアキアオスゲ *C. akiensis* は、アオスゲのシノニムと考える。

神奈川県周辺では平地から丘陵にかけての芝地や草地に普通に見られる。しばしば、メアオスゲと混生するが、メアオスゲの方がやや花期が早い。

図-4 に神奈川県立博物館収蔵の標本によるアオスゲの分布を示す。関東地方以西に多く、東北地方北部から北海道の分布は否定できないが、北へいくほど少なくなると思われる。

1-b. イトアオスゲ

Carex leucochlora BUNGE var. **filiculmis** (FRANCH. et SAVAT.) KITAGAWA in Bot. Mag. Tokyo **48**: 10 (1934); T. KOYAMA in Acta Phytotax. Geobot. **16**: 9 (1955).

Carex filiculmis FRANCH. et SAVAT., Enum. Pl. Japon. II, 137 et 563 (1879); AKIYAMA, Consp. Caric. Jap., 136 (1932); AKIYAMA in Journ. Jap. Bot. **13**: 656 (1937).

Carex breviculmis R. BROWN subsp. *Royleana* KUKENTH. form. *filiculmis* (FRANCH. et SAVAT.) KUKENTH., Cyper. Caric. 470 (1909); MAKINO et NEMOTO, Nippon Shokubutu Soran, 91 (1925).

Carex breviculmis R. BROWN var. *filiculmis* (FRANCH. et SAVAT.) SUGIMOTO, Keys Herb. Pl. Jap. II,

168 (1973); KATSUYAMA in Fl. Kanagawa 1988, 374 (1988).

Carex breviculmis R. BROWN form. *filiculmis* (FRANCH. et SAVAT.) T. KOYAMA, KITAMURA et al., Colour. Illust. Herb. Pl. Jap. (Monoct.), 273 (1964).

Carex puberula (non BOOTT) AKIYAMA in Journ. Jap. Bot. **16**: 99 (1940); AKIYAMA, Caric. Far East. Reg. As., 189 (1955).

Carex breviculmis (non R. BROWN) OHWI, Cyper. Jap. I, 353 (1936), et Fl. Jap. rev. ed., 264 (1965), et T. KOYAMA, Fl. Taiwan V, 335 (1978), pro parte.

全体に細く軟らかく、高さ 10~30 cm、稀に 50 cm に達するものもある。葉は直立し、花茎よりもやや短く、幅 1~2 mm。基部の鞘はアオスゲよりもやや色が薄い。ストロンは出さない。雄小穂は線形で、ときにきわめて短く、長さ 5~20 mm、幅は生育の良いものでも 1.5 mm を越えない。雌小穂は 2~3 個、最下のもので長さ 5~20 mm、花数は少なくせいぜい 10 花までである。苞葉は花茎よりも短く、最下のものには短い明らかな鞘がある。普通、根際に雌小穂はつけないが、稀に生じることもある。雌花の鱗片の芒は短い。果胞の脈は不明瞭で、長さ 2.5~3 mm、疎らに毛がある。(図-1 B, 図-3 B)

根際に雌小穂をつけるとメアオスゲやニイタカスゲと区別が困難になる。メアオスゲとは雌花の鱗片の芒が短いこと、苞葉が花茎よりも短いことで区別する。ニイタカスゲとは葉が細く、花茎とともに直立することで区別する。ニイタカスゲの葉は大きさの割に幅が広く、地面に展開しているので野外では容易に区別できる。

イトアオスゲは北方に偏って分布するもので、北海道のアオスゲはほとんどこの変種である(図-4)。関東中部以西では山地のクリ帯からブナ帯の草地に生え、低地に生えることは稀である。

西日本では中国山地や山陰には見られるが、瀬戸内海沿岸や四国では後述するミセンアオスゲといれかわる。九州や琉球産の標本はまだ見たことがない。

秋山 (1940, 1955) はイトアオスゲに *C. puberula* BOOTT を用いている。*C. puberula* のタイプローカリティーは伊豆下田である。伊豆ではイトアオスゲは、天城山などの高地に産し、低地で見られることはない。BOOTT (1856) の *C. puberula* の記載では、鱗片の先が突形で、苞葉が長いことが書かれている。これは、イトアオスゲではなく、後述するイソアオスゲの形態に似ている。伊豆下田付近にはイソアオスゲが多産するので、*C. puberula* はイソアオスゲの可能性もある。したがって、イトアオスゲの学名には var. *filiculmis* を採用した。*C. filiculmis* FRANCH. et SAVAT. のタイプローカリティーは横須賀である。

OHWI (1936)、大井 (1965) のイトアオスゲはヒメアオスゲ *C. discoidea* のことで、本変種ではない。

尚、神奈川県植物誌1988で筆者は、イトアオスゲとメアオスゲを逆に取り扱ってしまった。この場を借りて、訂正したい。

1-c. メアオスゲ

Carex leucochlora BUNGE var. *aphanandra* (FRANCH. et SAVAT.) T. KOYAMA in Acta Phytotax. Geobot. **16**: 10 (1955).

Carex aphanandra FRANCH. et SAVAT., Enum. Pl. Japon. II, 137 et 564 (1879).

Carex breviculmis R. BROWN var. *aphanandra* (FRANCH. et SAVAT.) SUGIMOTO, Keys Herb. Pl. Jap. II, 168 (1973); KATSUYAMA in Fl. Kanagawa 1988, 374 (1988).

Carex breviculmis R. BROWN form. *aphanandra* (FRANCH. et SAVAT.) T. KOYAMA, KITAMURA et al., Colour. Illust. Herb. Pl. Jap. (Monoct.), 273 (1964).

Carex leucochlora BUNGE var. *longearistata* (KUKENTH.) KITAGAWA in Bot. Mag. Tokyo **48**: 11 (1934); T. KOYAMA in Acta Phytotax. Geobot. **16**: 10 (1955).

Carex breviculmis (non R. BROWN) MAKINO in Bot. Mag. Tokyo **10**: 319 (1896).

Carex breviculmis R. BROWN subsp. *Royleana* KUKENTH. form. *longearistata* KUKENTH., Cyper. Caric. 470 (1909); MAKINO et NEMOTO, Nippon Shokubutu Soran, 91 (1925).

Carex breviculmis (non R. BROWN) OHWI, Cyper. Jap. I, 353 (1936), et Fl. Jap. rev. ed., 264 (1965), et T. KOYAMA, Fl. Taiwan V, 335 (1978), pro parte.

Carex geihokuensis K. OKAMOTO in Bull. Okayama Coll. Sci. (1), 51 (1965).

Carex mitrata FRANCH. var. *bingoensis* K. OKAMOTO in Bull. Okayama Coll. Sci. (1), 49 (1965).

全体に細く軟らかく、高さ5~20 cm。大きな株は作るが、ストロンは出さない。葉は直立し、花茎よりもやや高く、幅は通常1~2 mm であるが、稀に4 mm に達するものもある。雄小穂は線形で長さ5~15 mm。雌小穂は2~3個で、上部1~2個は雄小穂に接続し、最下の1個は根際に生じる。苞葉は花茎と同高で、短いが明らかな鞘がある。雌小穂は数花をつけ、長さ1 cm 以下。雌花の鱗片の芒は長い。果胞の脈は不明瞭で、長さ2.5~3 mm、疎らに毛がある。(図-1C, 図-3C)

林内に生えるものは全体に軟弱で、葉が花茎よりも著しく長くなり、雌花の鱗片の芒もより長く目立つ。このようなものがノゲアオスゲ *C. breviculmis* subsp. *Royleana* form. *longearistata* KUKENTH. で、これもメアオスゲの変異の範囲と考える。

また、岡山理科大学に保管されている岡本香氏のゲイホクスゲとされている標本(広島県山県郡戸河内町三段峡 600 m, May, 24, 1958, 岡本香, No. 205, 219, 230; 広島県佐伯郡東郷山 600 m, May, 29, 1960, 岡本香, No. 744, 799), 及びビンゴヌカスゲとされている標本(広島県比婆郡東城町帝釈峡 400 m, Apr. 30, 1960, 岡本香, No. 1034, 1085)はいずれもメアオスゲであった。したがって、OKAMOTO (1965) のゲイホクスゲ *C. geihokuensis*, ビンゴヌカスゲ *C. mitrata* var. *bingoensis* はともにメアオスゲのシノニムとなる。

安原(1990)の‘クサスゲ近縁種’は、果実の稜の一つまたは全部に凹みが生じる。岡山周辺のメアオスゲにこの凹みが生じることは筆者も確認しているが、これ以外に区別点がない。他の産地のものにも稀に凹みが生じることがあるので、これもメアオスゲの1型と考える。

本州以南の平地から低山地に分布している。尚、*C. aphanandra* FRANCHET et SAVATIER のタイプローカリティーは箱根である。

根際に雌小穂をよくつけるアオスゲ類には本変種の他にニイタカスゲ、イソアオスゲがある。イソアオスゲとの区別は注意すればストロンの有無、茎や葉のざらつき具合で判断できる。ニイタカスゲとの区別は最も困難であるが、葉が直立すること、雌花の鱗片の芒が長いことで区別する。野外ではノゲヌカスゲ *C. mitrata* FRANCH. var. *aristata* OHWI が同じような所に生えていて、混同されることが多い。ノゲヌカスゲはヌカスゲの変種とされているが、ヌカスゲとメアオスゲの中間的な形態のものである。これは果胞が一回り細く、無毛であること、基部の鞘に濃褐色の部分が顕著であることで区別できる。ノゲヌカスゲも根際に雌小穂をつけることが多い。

1-d. ニイタカスゲ

Carex leucochlora BUNGE var. *morrisonicola* (HAYATA) KATSUYAMA comb. nov.

Carex morrisonicola HAYATA, Mater. Fl. Formos., 387 (1911).; AKIYAMA, Caric. Far East. Reg. As., 186 (1955).; SUGIMOTO, Keys Herb. Pl. Jap. II, 168 (1973).

Carex breviculmis R. BROWN var. *morrisonicola* (HAYATA), KATSUYAMA in Fl. Kanagawa 1988, 374 (1988).

Carex breviculmis (non R. BROWN) OHWI, Cyper. Jap. I, 353 (1936), et Fl. Jap. rev. ed., 264 (1965), et T. KOYAMA, Fl. Taiwan V, 335 (1978), pro parte.

やや硬く、高さ 4~10 cm。比較的大きな株になるが、ストロンはない。葉は大きさの割に幅が広く、通常は 2~3 mm、ときに 4 mm に達し、直立せず多少弓なりに地面に展開する。花茎も果胞が熟す頃には弓なりにしなる。雄小穂は小さい。雌小穂は 2~3 個で、1~2 個は雄小穂に接し、最下の 1 個は根際に生じ、長い柄がある。雌小穂は疎らに 10 花以内。雌花の鱗片は芒が短い。果胞はイトアオスゲやメアオスゲとほとんど同じである。(図-1 D, 図-3 D)

本州中部の主に太平洋側のブナ帯からシラビソ帯に生える(図-4)。

ニイタカスゲは HAYATA (1911) が台湾の高山のものをタイプとして記載したものである。東京大学総合研究資料館に、それらしい台湾産の標本があるが、残念ながら花茎がない。本州中部のブナ帯からシラビソ帯に生える小型のアオスゲは根際に雌小穂をつけ、雌花の鱗片の芒が短い。これらは HAYATA (1911) の記載や秋山 (1955) の図とよく一致する。

メアオスゲやイトアオスゲでも根際に雌小穂をつけること、果胞の性質がアオスゲ、イトアオスゲ、メアオスゲとほとんど区別できないので、ニイタカスゲもアオスゲの変種として整理するのが適当と考える。

根際に雌小穂をつけるため、勝山 (1992) で明らかにしたように、しばしばハガクレスゲと誤認されることがある。本州中部の太平洋側山地から報告されているハガクレスゲまたはケハガクレスゲは本変種を誤認したものが多くと思われる。

1-e. イソアオスゲ

Carex leucochlora BUNGE var. *meridiana* AKIYAMA in Journ. Fac. Sc. Hokk. Imp. Univ. ser. 5-3: 268 (1935).

Carex meridiana AKIYAMA in Journ. Jap. Bot. **13**: 652 (1937); AKIYAMA, Caric. Far East. Reg. As., 186 (1955); SUGIMOTO, Keys Herb. Pl. Jap. II, 168 (1973).

Carex discoidea (non BOOTT) sensu KATSUYAMA in Fl. Kanagawa 1988, 376 (1988).

? *Carex puberula* BOOT in A. Gray, Narr. Exped. Perry II, 324 (1856).

Carex breviculmis (non R. BROWN) OHWI, Cyper. Jap. I, 353 (1936), et Fl. Jap. rev. ed., 264 (1965), et T. KOYAMA, Fl. Taiwan V, 335 (1978), pro parte.

高さ 5~20 cm。基部の鞘は褐色でやや光沢があり、しばしば顕著なストロンを生じる。葉や茎はアオスゲのようにザラつかない。葉はほぼ直立し、花茎よりも高く、幅 1.5~4 mm。雄小穂は線形で長さ 5~10 mm。雌小穂は 2~4 個で、下方のものは少し離れてつき、しばしば、根際に雌小穂をつける。苞葉は花茎よりも著しく高い。雌小穂は花数は少なく、10 花以内。雌花の鱗片の芒は短い。果胞は長さ 2.5~3 mm で、熟すと面が膨れ、まるくなる。果胞の脈はやや太いが、数は少なく、毛も疎らである。(図-1 G, 図-3 E)

関東以南の海岸岩場, その周辺の人家の石垣, 磯海岸背後の樹林内などに生える。生える環境によってはストロンが出ないこともあり, 他のアオスゲと混同しやすいが, あまりザラつかないこと, 苞葉が花茎よりも著しく長いこと, 雌花の鱗片の芒が短いことなどで区別できる。逆にストロンが生じると, ハマアオスゲと混同されるが, ハマアオスゲは果胞に太く明瞭な脈が多数あり, 毛も密に生えている。

秋山 (1937, 1955) は独立種として扱っているが, 果胞の性質はハマアオスゲよりもむしろアオスゲに近いので, アオスゲの変種として整理した。

尚, 神奈川県植物誌1988で筆者がヒメアオスゲとしたものは本変種であった。

前述したように, Boot (1856) の *C. puberula* がイソアオスゲの可能性はあるが, 確認できないので, var. *meridiana* を使用する。*C. leucochlora* var. *meridiana* AKIYAMA の Iso-Type は東京大学総合研究資料館にあり, 確認できた (伊豆大島元村, 1933, 3, S. AKIYAMA)。

1-f. ミセンアオスゲ

Carex leucochlora BUNGE var. *horikawae* (K. OKAMOTO) KATSUYAMA comb. nov.

Carex horikawae K. OKAMOTO in Bull. Okayama Coll. Sci. (1), 56 (1965).

Carex leucochlora BUNGE var. *setouchiensis* K. OKAMOTO in Bull. Okayama Coll. Sci. (1), 56 (1965).

全体にきわめて細く, 高さ15~40 cm。そう生し, ストロンは生じない。基部の鞘は比較的淡色。葉は花茎よりも短く, 幅1~2 mm。頂小穂は雄性で, 顕著な柄があり, 線形で長さ5~10 mm, しばしば赤褐色を帯びる。側小穂は1~3個で, 雌性, 互いに離れてつき, 数個の花をつける。苞の葉身は刺状かほとんどなく, 短い顕著な鞘がある。雌花の鱗片の芒は短く, ときにやや褐色を帯びる。果胞はアオスゲやイトアオスゲと形, 大きさ, 脈の様子はよく似ているが, 密に毛のあるものが多い。(図-1 F, 図-3 F)

ヒカゲスゲが生えるような乾燥した林内や崖に生える。瀬戸内海沿岸に多く, 愛知県, 長野県のものでそれらしい標本がある。内陸的な気候の所に分化したものであろう。

草姿はアオスゲ類というよりもイトスゲに似ている。はじめ独立種とも考えたが, 果胞は毛が密な他に大きな違いがないこと, 小穂が互いに接近してつくるとイトアオスゲの形態とほとんど区別できなくなってしまうことから, これもアオスゲの1変種として整理することにした。タイプローカリティーは広島県の宮島である。

岡山理科大学に保管されている岡本香氏のセトウチコアオスゲ *C. leucochlora* var. *setouchiensis* とされている標本 (広島県安芸郡船越町岩滝山 100 m, Apr. 1, 1958, 岡本香, No. 425) はミセンアオスゲであった。

2. ヒメアオスゲ

Carex discoidea BOOTT in A. GRAY, Bot. Jap. 419 (1859); AKIYAMA, Consp. Caric. Jap., 137 (1932); AKIYAMA in Journ. Jap. Bot. **13**: 658 (1937); AKIYAMA, Caric. Far East. Reg. As., 190 (1955); K. OKAMOTO in Bull. Okayama Coll. Sci. (1), 56 (1965).

Carex breviculmis R. BROWN var. *discoidea* BOOTT, Illustr. Carex pt. 4, 181 (1879); MAKINO in Bot. Mag. Tokyo 10, 320 (1896); OHWI, Cyper. Jap. I, 356 (1936); OHWI, Fl. Jap. rev. ed., 264 (1965); SUGIMOTO, Keys Herb. Pl. Jap. II, 168 (1973); KITAMURA et al., Colour. Illustr. Herb. Pl. Jap. (Monoct.), 273 (1964).

Carex breviculmis R. BROWN subsp. *Royleana* KUKENTH. form. *discoidea* (BOOTT) KUKENTH.,

Cyper. Caric. 470 (1909); MAKINO et NEMOTO, Nippon Shokubutu Soran, 91 (1925).

Carex breviculmis R. BROWN subsp. *Royleana* KUKENTH. form. *aphanandra* (non. FRANCH. et SAVAT.) KUKENTH., Cyper. Caric. 470 (1909); MAKINO et NEMOTO, Nippon Shokubutu Soran, 91 (1925).

Carex leucochlora BUNGE var. *discoidea* (BOOTT) T. KOYAMA in Acta Phytotax. Geobot. 16: 10 (1955).

Carex perangusta OHWI in Mem. Coll. Sci. Kyoto Imp. Univ. ser. B 5: 273 (1930); AKIYAMA, Consp. Caric. Jap., 139 (1932).

全体に軟らかく繊細で、高さ 2~25 cm。基部の鞘は淡褐色で、細く長いストロンを出す。葉は花茎よりやや高く、幅 0.5~2 mm。頂小穂は雄性で小さく、長さ mm 以下。側小穂 1~2 個は雌性で、すべて花茎の頂にかたまってしまう。1 つの雌小穂内の花は数個と少ないが密につく。苞葉は花茎よりもきわめて長く、ほとんど無鞘。雌花の鱗片は芒が短い。果胞は他のアオスゲ類よりも著しく小さく、長さ 1.5~2 mm、脈は不明または微脈があり、細毛を密生する。(図-2 I, J, 図-3 I)

琉球から屋久島、四国南部に分布する。ただし、琉球には高さ 2~5 cm 程度のきわめて繊細なものがあり、これの果胞はほとんど無脈で、長さ 1.5 mm 程度しかない。このようなのもヒメアオスゲの範囲と考えた。

上記以外の地方からのヒメアオスゲの報告はメアオスゲやイソアオスゲとの誤認が考えられるので、標本を確認する必要がある。ヒメアオスゲの和名は牧野 (1896) が琉球産のものにつけたもので、東京大学総合研究資料館には「*C. breviculmis* var. *discoidea* BOOTT ヒメアオスゲ (新称) T. M.」と記された沖縄島産の標本が 2 点残されている。

しばしば、琉球や屋久島産のヒメアオスゲと思われるものに *C. aphanandra* が使用されていることがあるが、秋山 (1937) が指摘しているように、*C. aphanandra* は FRANCHET et SAVATIER (1879) が箱根のものをタイプとして記載したもので、琉球や屋久島のヒメアオスゲに用いるのは誤りである。尚、*C. discoidea* BOOTT のタイプローカリティーは琉球である。

3. ハマアオスゲ

Carex fibrillosa FRANCH. et SAVAT., Enum. Pl. Japon. II, 137 et 564 (1879); AKIYAMA, Consp. Caric. Jap., 136 (1932); AKIYAMA in Journ. Jap. Bot. 13: 658 (1937); AKIYAMA, Caric. Far East. Reg. As., 190 (1955); K. OKAMOTO in Bull. Okayama Coll. Sci. (1), 52 (1965).

Carex breviculmis R. BROWN subsp. *fibrillosa* (FRANCH. et SAVAT.) T. KOYAMA in Fl. Taiwan V, 336 (1978); KITAMURA et al., Colour. Illust. Herb. Pl. Jap. (Monoct.), 273 (1964).

Carex breviculmis R. BROWN var. *fibrillosa* (FRANCH. et SAVAT.) KUKENTH. ap. MATSUM. et HAYATA, Enum. Plant. Formos., 493 (1906); OHWI, Cyper. Jap. I, 356 (1936); OHWI, Fl. Jap. rev. ed., 264 (1965); SUGIMOTO, Keys Herb. Pl. Jap. II, 168 (1973); KATSUYAMA in Fl. Kanagawa 1988, 376 (1988).

Carex breviculmis R. BROWN subsp. *Royleana* KUKENTH. form. *FIBRILLOSA* (FRANCH. et Savat.) KUKENTH., Cyper. Caric. 470 (1909); MAKINO et NEMOTO, Nippon Shokubutu Soran, 91 (1925).

Carex breviculmis var. *puberula* (non BOOTT) MAKINO in Bot. Mag. Tokyo 10: 320 (1896).

Carex leucochlora BUNGE var. *fibrillosa* (FRANCH. et SAVAT.) T. KOYAMA in Acta Phytotax. Geobot. 16: 10 (1955).

アオスゲ類のなかでは比較的はっきりと区別されてきたものである。形態の詳細は省略する。アオスゲとの区別点はストロンを出すこと以外にあまり触れていないが、ハマアオスゲの果胞は3~3.5 mm とひとまわり大きく、太くて明瞭な脈が多数あり、毛が密生している点で、アオスゲとは大きく異なる(図-3 H)。果胞が熟すと黄白色を帯びること、熟すと果胞の基部が顕著な柄になることも良い特徴である。

これらの諸点でアオスゲ類の他の変種とははっきりと区別できる。KOYAMA (1955) は果胞の性質が著しく異なるが、アオスゲとの間に中間型があり、別種とは認められないとしている。しかし、筆者はこれまでにストロンの有無だけでなく、果胞の性質まで見れば、アオスゲと区別に困るような中間型の標本を見たことはない。したがって、ハマアオスゲはアオスゲとは相当に異なるものとする。

本州以南の海岸砂浜やその背後の樹林内砂地に生える。*C. fibrillosa* FRANCH. et SAVAT. のタイプローカリティーは横須賀である。

4. オオアオスゲ

Carex lonchophora OHWI in Mem. Coll. Sci. Kyoto Imp. Univ. ser. B 5: 274 (1930).; AKIYAMA, Consp. Caric. Jap., 139 (1932).

Carex leucochlora BUNGE var. *lonchophora* (OHWI) AKIYAMA in Journ. Jap. Bot. 13: 656 (1937); AKIYAMA, Caric. Far East. Reg. As., 189 (1955); T. KOYAMA in Acta Phytotax. Geobot. 16: 10 (1955); SUGIMOTO, Keys Herb. Pl. Jap. II, 168 (1973); KATSUYAMA in Fl. Kanagawa 1988, 374 (1988).

Carex breviculmis R. BROWN subsp. *lonchophora* (OHWI) T. KOYAMA in Kitamura et al., Colour. Illust. Herb. Pl. Jap. (Monoct.), 273 (1964).

Carex breviculmis (non R. BROWN) OHWI, Cyper. Jap. I, 353 (1936), et Fl. Jap. rev. ed., 264 (1965), et T. KOYAMA, Fl. Taiwan V, 335 (1978), pro parte.

アオスゲ類のうちでは最も大きく、高さ30~60 cm。密にそう生し、ストロンは出さない。基部の鞘は淡色で、太い脈が隆起し、多少褐色がかってもアオスゲのように光沢はない。葉は花茎とはほぼ同高で、1つの株の中の最も幅の広い葉は幅4~6 mm に達する。頂小穂は雄性で、稀に上部に雌花部が混じり、線形で長さ1~3 cm。側小穂は2~5個で雌性、多数花を密生し、長さ1~3 cm、上部のものは接近し、下方のものはやや離れてつく。苞葉は花茎よりもいちじるしく長く、下方のものには長さ1~2 cm の鞘がある。雌花の鱗片の芒は長い。果胞は長さ約3 mm あり、太く明らかな脈が多数あり、毛も多い。果胞の嘴はやや長く、先端は小さい2歯となる。果胞は熟しても緑色で、基部の柄もハマアオスゲほど長く目立たない。

(図-1 E, 図-3 G)

果胞の性質、基部の鞘の性質、草姿ともにアオスゲ、ハマアオスゲのどちらとも異なる。したがって、オオアオスゲも独立種とみなすのが適当である。

本州(関東以西)、四国、九州に分布し、肥沃な樹林内や林縁の草地に生える。

故岡本香博士の標本の閲覧について、岡山理科大学の星野卓先生にお世話になった。また、東京大学総合研究資料館の大場秀章先生には標本の閲覧に便宜をはかっていただいた。厚く御礼申し上げる。栃木県の野口達也氏、岡山県の安原清隆氏、香川県の三谷進氏、福井県の渡辺定路氏からはアオスゲ類の標本やさまざまな情報の提供を受けた。この場を借りて厚く御礼申し上げます。小崎昭則氏、北川淑子氏とはスゲ類の採集に同行していただき、さまざまな援助を

受けた。また、千葉県立中央博物館の大場達之博士、神奈川県立博物館の高橋秀男学芸部長、ならびに神奈川県植物誌調査会会員の皆様からは、神奈川県植物誌1988の調査から今日にいたるまでのスゲ属の研究についてさまざまな情報や援助を受けた、これらの方々に厚く御礼申し上げます。

文 献

- AKIYAMA, S., 1932. Conspectus Caricum Japonicarum. *Journ. Fac. Sci. Hokkaido Imp. Univ.* (5) **2**: 1-266. pls.1-2.
- 秋山茂雄, 1935. すげ属植物雑記 (其四). 植物研究雑誌 **11**: 494-499.
- 秋山茂雄, 1937. すげ属植物雑記 (其五). 植物研究雑誌 **13**: 645-659.
- 秋山茂雄, 1940. すげ属植物雑記 (其六). 植物研究雑誌 **16**: 98-101.
- 秋山茂雄, 1955. 極東亜産スゲ属植物. 257pp., pls. 248. 北海道大学, 札幌.
- FRANCHET et SAVATIER, 1879. Enumeratio Plantarum in Japonia Sponte Crescentium, II. 789pp. Apud F. Savy Bibliopolam, Paris.
- BOOTT, 1856. GRAY, A., Account of the Botanical Specimens. *Narrative of the Perry's Expedition Japan* II: 322-329.
- BOOTT, 1859. GRAY, A., On the Botany of Japan. *Memories of the American Academy of Arts and Science*, pp. 418-420.
- HAYATA, B., 1911. Materials for a Flora of Formosa. *Journ. Coll. Sci. Imp. Univ. Tokyo* **30**: 1-471.
- JESSOP, J. P. & WEBER, J. Z., 1986. JESSOP, J. P. & TOELKEN, H. R., Flora of South Australia Part IV, 4th ed, pp. 2001-2053. South Australian Gov. Print. Div., Adelaide.
- 勝山輝男, 1988. カヤツリグサ科. 神奈川県植物誌調査会編, 神奈川県植物誌1988. pp. 318-380. 神奈川県立博物館, 横浜.
- 勝山輝男, 1992. イセアオスゲとハガクレスゲの分布. 神奈川県立博物館研究報告自然科学 (21): 73-80.
- KITAGAWA, M., 1934. Contributio ad Congnitionem Florae Manshuricae II. *Bot. Mag. Tokyo* **48**: 10-11.
- 北村四郎・村田源・小山鐵夫, 1964. 原色日本植物図鑑 (下). 4+464pp., pls. 108. 保育社, 東京.
- KOYAMA, T., 1955. Taxonomic Study of Cyperaceae in the Eastern Asia 3. *Acta Phytotax. Geobot.* **16**: 5-12.
- KOYAMA, T., 1962. Classification of Family Cyperaceae (2). *Journ. Fac. Sci. Univ. Tokyo* (3) **8**: 149-278.
- KOYAMA, T., 1978. Cyperaceae. Flora of Taiwan Vol.5. pp. 191-372.
- KUKENTHAL, G., 1909. Cyperaceae-Caricoideae. In ENGLER, Pflanzenreich IV-20: 1-824.
- 牧野富太郎, 1896. 植物学雑誌 **10**: 319-320.
- 牧野富太郎・根本莞爾, 1925. 日本植物総覧. 1942pp. 日本植物総覧刊行会, 東京.
- MATSUMURA, 1905. Index Plantarum Japonicarum II. 315pp. Maruzen, Tokyo.
- OHWI, J., 1930. Contributiones ad Caricologiam Asiae Orientalis. *Mem. Coll. Sci. Kyoto Imp. Univ.* ser. B **5**: 247-292.
- 大井次三郎, 1931. 日本産すげ属新種報知 **7**: 163-168.
- OHWI, J., 1936. Cyperaceae Japonicae I. A Synopsis of Caricoideae of Japan, including the Kuriles,

- Saghalin, Korea, and Formosa. *Mem. Coll. Sci. Kyoto. Imp. Univ.* ser. B **11**: 229–530. pls. 6–15.
- 大井次三郎, 1965. 改定新版日本植物誌. 4+1560pp., pls. 57. 至文堂, 東京.
- OKAMOTO, K., 1965. Taxonomic study of the Carices in the Western Honshu of Japan. *Bull. Okayama Coll. Sci.*, (1): 1–105.
- 遼寧省林業土壤研究所編, 1976. 東北草本植物誌第11卷. 220pp.. 科学出版社, 北京.
- 杉本順一, 1973. 日本草本植物総検索誌Ⅱ単子葉編. 630pp.. 井上書店, 東京.
- 安原清隆, 1990. 岡山県のクサスゲ近縁種について. *すげの会会報* (1): 13–14.
- 吉川純幹, 1957. 日本産スゲ属植物図譜 1. 141pp.. 北陸植物の会, 金沢.



図-1 A: アオスゲ *C. leucochlora* var. *leucochlora* B: イトアオスゲ *C. leucochlora* var. *filiculmis* C: メアオスゲ *C. leucochlora* var. *aphanandra* D: ニイタカスゲ *C. leucochlora* var. *morrisonicola* E: オオアオスゲ *C. lonchophora* F: ミセンアオスゲ *C. leucochlora* var. *horikawae* G: イソアオスゲ *C. leucochlora* var. *meridiana*



図-2 H: ハマアオスゲ *C. fibrillosa* I: ヒメアオスゲ (琉球産の小型のもの) *C. discoidea* J: ヒメアオスゲ (比較的大型のもの) *C. discoidea*. スケールは10cm.

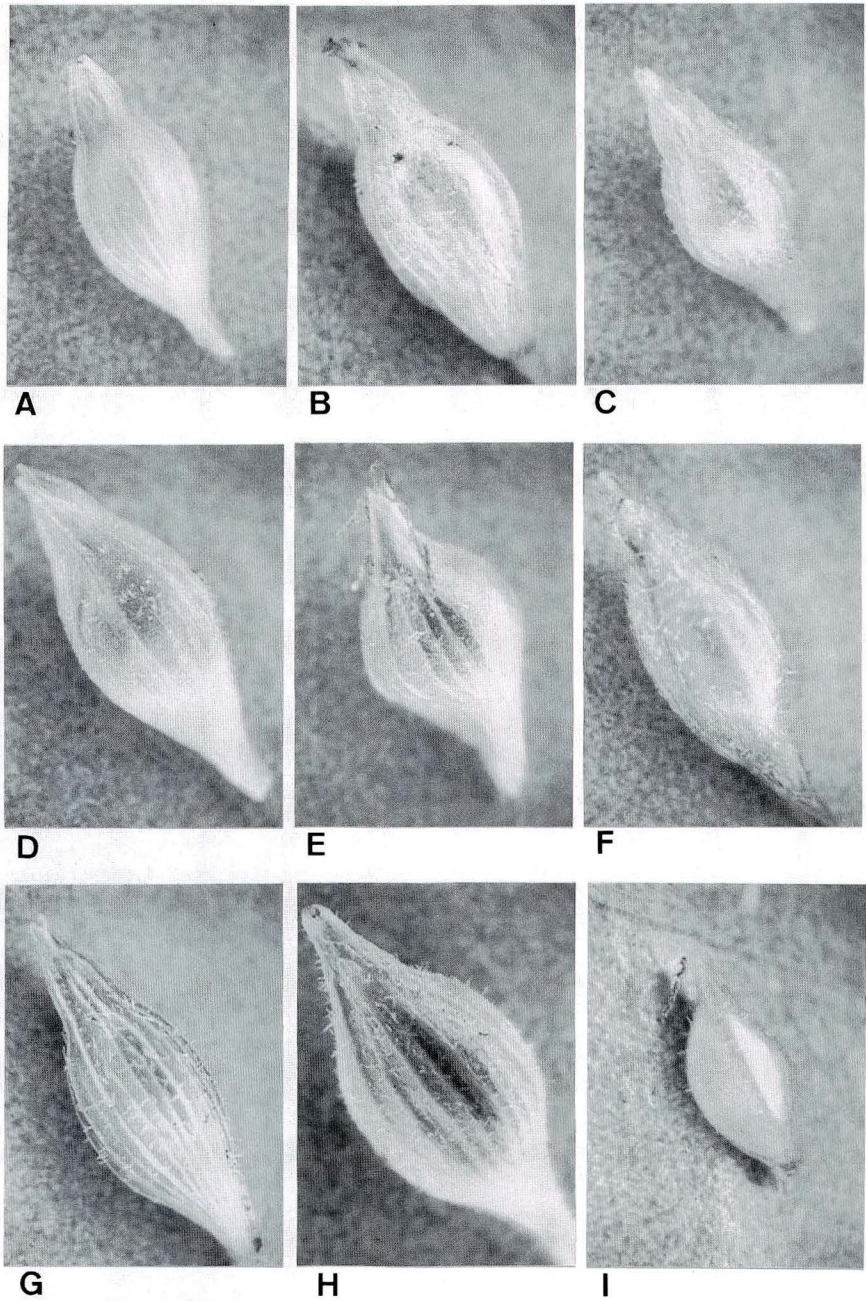


図-3 アオスゲ類の果胞 A: アオスゲ *C. leucochlora* var. *leucochlora* B: イトアオスゲ *C. leucochlora* var. *filiculmis* C: メアオスゲ *C. leucochlora* var. *aphanandra* D: ニイタカスゲ *C. leucochlora* var. *morrisonicola* E: イソアオスゲ *C. leucochlora* var. *meridiana* F: ミセンアオスゲ *C. leucochlora* var. *horikawae* G: オオアオスゲ *C. lonchophora* H: ハマアオスゲ *C. fibrillosa* I: ヒメアオスゲ *C. discoidea*



図-4 神奈川県立博物館収蔵標本によるアオスゲ類の分布。すべての分布を示しているわけではないが、一定の傾向がわかる。

- アオスゲ *C. leucochlora* var. *leucochlora*
- △ イトアオスゲ *C. leucochlora* var. *filliclmis*
- メアオスゲ *C. leucochlora* var. *aphanandra*
- ▲ ニイタカスゲ *C. leucochlora* var. *morrisonicola*
- ミセンアオスゲ *C. leucochlora* var. *horikawae*

飼育下における小型新世界ザル（マーモセット，タマリン） の育児分担行動

広 谷 浩 子・吉 村 友 男
(神奈川県立博物館・日本モンキーセンター)

Communal care of offspring in captive marmosets and tamarins

Hiroko KUDO-HIROTANI & Tomoo YOSHIMURA
(Kanagawa Prefectural Museum ; Japan Monkey Centre)

Abstract Infant-carrying behavior of parents and older siblings was observed in the captive groups of red-handed tamarin (*Saguinus midus*), black eared marmoset (*Callithrix penicillata*), and white-faced marmoset (*C. geoffroyi*). For all these species, group members other than mother showed infant-carrying frequently. The pattern of division among group members was various corresponding to the group composition, especially to the number and age of older siblings. Among older siblings, elder siblings did carrying more frequently than younger ones. No particular bonding was observed between the infants and the care-taker.

As the infant grows up, care-taker's interest to the infant decreased but their rejection increased. On the other hand, the infant continued to depend upon the care-taker. So, there occurred frequent conflicts between them. Parents and elder siblings tended to carry the twin together. Duration of twin carrying was longer than that of single-carrying. These all results were discussed from the viewpoints of body weight difference between infants and care-takers, and the burden of infant-carrying.

は じ め に

小型の新世界ザルであるマーモセット科 (Callithrichidae)の種は、数多い霊長類の中でも母親以外の個体が育児を頻繁にすることで知られている。このような育児行動を発達させた直接の原因は、母親の体重に比して新生児の体重がかなり重いことであると考えられる。表1に1リター(1腹仔)の合計体重と母親の体重の比を示したが、マーモセット科の3種(ピグミーマーモセット, コモンマーモセット, ワタボウシパンシェ)の比はオナガザル科のサルや類人猿の数倍から10倍にもなる。双子あるいは三つ子以上という複仔産という性質も、新世界ザルの進化において二次的に小型化したマーモセット科のサルが、相対的に大きな子どもを安全に産むための手段としてやはり二次的に進化してきたものと考えられている(LEUTENEGGER, 1973)。樹上での昆虫食を主とする彼らにとって、自分の体重の20%にもあたる新生児(1腹仔)を年2回ずつ産み続けていくことは、非常に大きな負担になる。誕生後の早い時期から父親やそれ以外の個体が育児を分担することは、新生児の生存にとって重要であると考えられる。マーモセット科の種の示すこのような「集団育児」は、彼らのユニークな社会構造(拡大家族型や一妻多夫型)との関連からも注目されている。年長のきょうだいが自分の生殖活動を

表1 各種霊長類における一腹仔と母親の体重比 (Kleiman, 1977より)

種名	仔数	誕生時体重 (g)	母親体重 (g)	比率
ビグミーマーモセット	2	16	145	0.22
コモンマーモセット	2	25-30 28	220 262	0.23-0.27 0.21
ワタボウシバンシュ	1	35-45	510	0.14-0.18
アカゲザル	1	330-360	4370-10659	0.03-0.14
シロテテナガザル	1	400	4110-6800	0.06-0.10
ローランドゴリラ	1	2040	75000-110000	0.02-0.03
オランウータン	1	1300-1600	37000	0.04

抑制されたままで示す育児行動や父親以外のオスによる育児行動の進化が、それぞれの社会進化と深く関連すると議論されている (KLEIMAN, 1979; TERBORGH & GOLDIZEN, 1985; GOLDIZEN, 1987; ABBOTT, 1989など)。

本論文では、飼育下のマーモセット、タマリンで観察された育児分担行動の一般的特徴を示すと共に、育児分担行動の発現様式に影響を与える諸要因の検討を行なう。特に、1頭の育児個体から次の育児個体へ新生児が受け渡される Transfer の様式と、今回の観察の結果明らかになった「2頭同時育児」の傾向を中心的に分析した結果を報告する。これらの結果を総合して、マーモセット科の育児分担行動の特徴と意義について、新生児と育児個体の体重差という観点から考察したい。

観察対象と方法

日本モンキーセンター（愛知県犬山市）の南米館ホールで飼育中のマーモセット4種、タマリン2種のグループの育児行動を観察した。本論文では、このうちアカテタマリン (*Saguinus midas*)、クロミミマーモセット (*Callithrix penicillata*)、シロガオマーモセット (*C. geoffroyi*) の結果のみを報告する。育児行動には、単なる運搬だけでなくグルーミング

表2 育児分担の観察対象

観察方法・種名	双/単	家族構成 (月齢)	生後日数
<1>30分ごとのチェック			
アカテタマリン (<i>Saguinus midas</i>)	双子	母、父、姉1 (14) 姉2・兄 (5)	0-53
クロミミマーモセット (<i>Callithrix penicillata</i>)			
	1) 双子	母、父	38-114
	2) 双子	母、父、姉・兄 (5)	0-21
	3) 双子	母、父、兄1 (23)、 兄2・姉1 (18)、 兄3 (11)、姉2 (7)	0-41
<2>継続観察			
シロガオマーモセット (<i>Callithrix geoffroyi</i>)	双子	母、父、兄1・兄2 (10)、 姉1・姉2 (5)	0-42



図1. 生後1カ月の新生児を背負う生後6カ月のシロガオマーモセット (オス)

や食物分配などもあるが (BROWN & MARK, 1978), ここでは新生児を抱いたり背負ったりする “carrying” を育児行動とし, その他の育児行動の観察結果は必要のある時のみに用いることにした。表 2 に各グループの家族構成と観察した時期の新生児の日齢を示した。観察データはデータ収集の方法から 2 種類に分けられる。

1. 30分ごとのチェック (ポイントサンプリング)

午前 9 時から午後 4 時 30 分までの間に 30 分ごと飼育ケージを見回って, 新生児が誰に育児されているかを記録する。1988 年 5 月から 1990 年 4 月までに, 新生児が誕生した時に断続的に観察を行なった。アカテタマリンとクロミミマーモセットを時期をかえて 3 期 (それぞれグループ 1, 2, 3 と呼ぶ) 観察した。

2. 継続観察

シロガオマーモセット (図 1) を対象に, 毎日午前か夕方の 1 - 2 時間にケージ内で見られた社会行動 (育児, 攻撃, グルーミング, 遊び, 交尾など) のすべてや音声, 採食などを記録した。出産直後の 1989 年 10 月より 12 月までに合計 1243 分の観察を行なった。

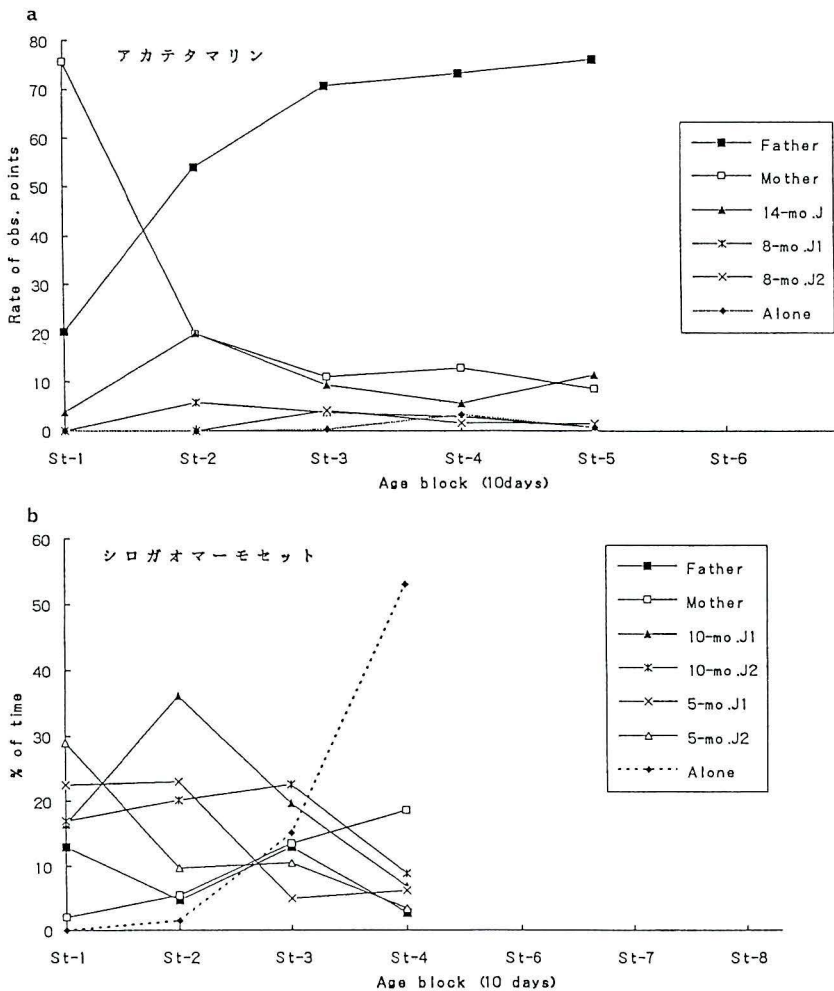


図 2 - 1. 新生児の成長にともなう育児分担の変化 (1)

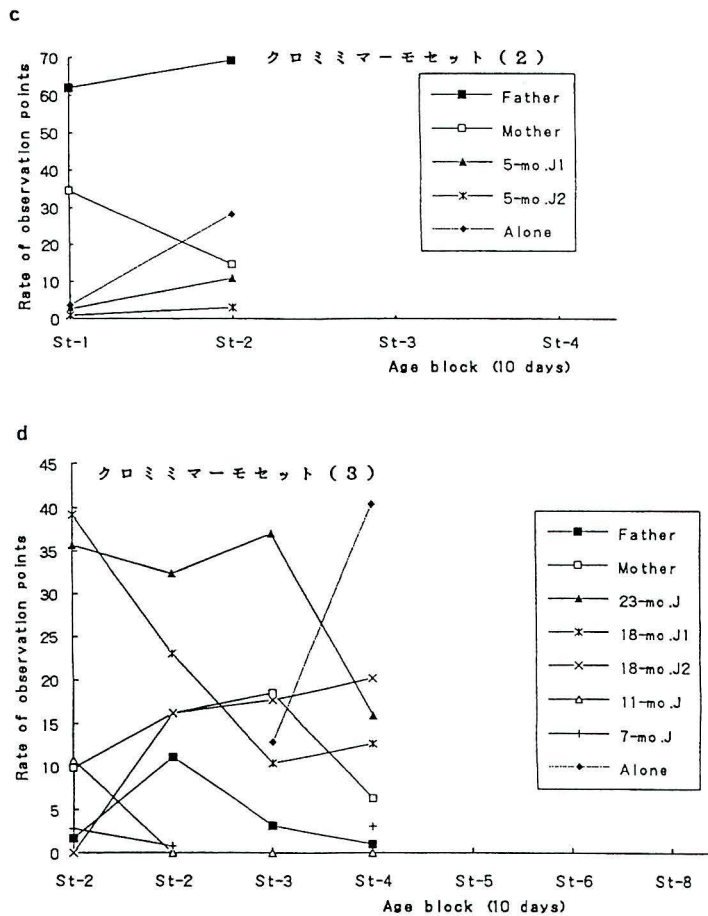


図2-2. 新生児の成長にともなう育児分担の変化 (2)

新生児日齢を10日ごとのブロックにわけた。縦軸は (a) (c) (d) では全観察ポイントにうちで育児のあったポイントの割合, (b) では全観察時間のうちの育児時間の割合を示す。

結 果

(1) 育児分担行動の一般的傾向

図2にアカテタマリン、クロミミマーモセットのグループ2, 3とシロガオマーモセットの育児分担の様相を示した。新生児の生後日数を10日ごとでくぎって、各個体による育児が観察されたポイント数（シロガオマーモセットの場合は時間数）が全観察ポイント（あるいは全観察時間）に占める割合を示した。どの種においても、母親だけでなく父親やきょうだいたちがよく育児をしており、時に母親の育児ポイント（時間）よりも多い傾向がある。また、新生児は生後10日を過ぎるころから単独状態が続くようになり、生後30日を過ぎるとこの傾向がますます強まり、それと共にどの個体も育児割合を減少させる。

クロミミマーモセットとシロガオマーモセットは互いに近縁であり、育児に関する一般的傾向は種の違いよりもグループ構成の違いに大きく左右されると考えていいたい。またアカテタマリンは、前2種とは別属で体も大型だが、より多くの種を対象とした育児行動の観察から、育児分担の開始時期を除いて、上記のような育児の一般的傾向に関し属間の大きな差は認

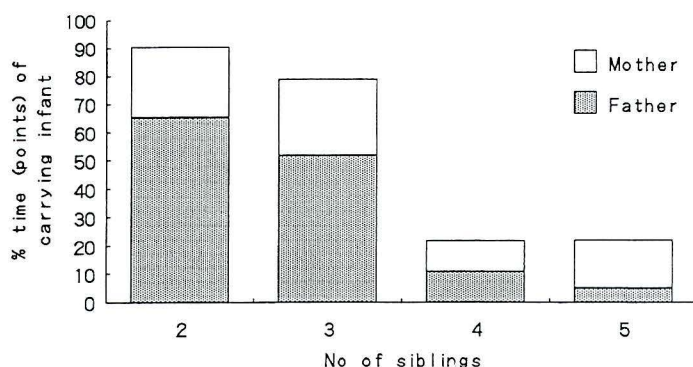


図3. 兄弟の数と両親による育児割合

きょうだいの数が2, 3, 4, 5頭のグループで父母の育児分担がどの程度かを示した。2頭と4頭及び5頭の間の差と, 3頭と4頭及び5頭の間の差は有意 (X^2 検定)。

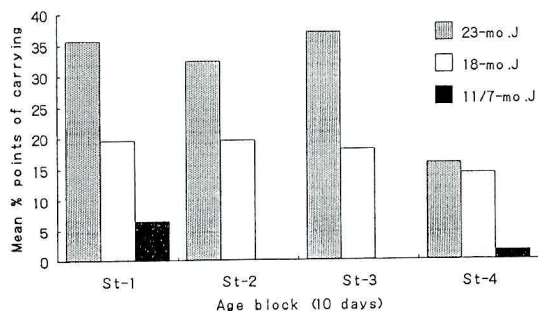
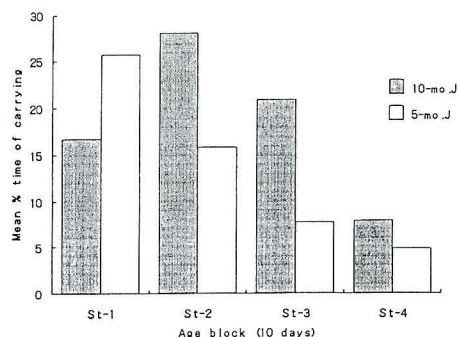
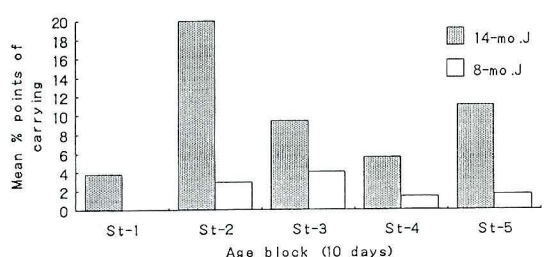


図4. 兄弟の月齢と育児割合

兄弟の各月齢ごとの平均の育児割合を示した。

a アカテタマリン, b シロガオマーモセット, c クロミミマーモセット (3)。

められなかった (宮藤他, 1989)。したがって, ここでは種・属の違いよりもグループ構成の違いに着目する。

クロミミマーモセットのグループ2と3を比較すると, グループ2ではきょうだい育児を行なうことは少なく, もっぱら両親がおこなっているが, グループ3ではほとんどきょうだいたちだけで育児を分担している。図3できょうだい数ごとまとめると, きょうだいの多いグループほど両親の育児率が低い。

両親以外に複数世代のきょうだいがいる時に, 育児の割合が彼らの月齢によってどう違うのかを調べると, どのグループにおいても, より齢の進んだきょうだいほど育児をよくおこなっていることがわかった (図4)。また, 新生児の生後10日以内では, シロガオマーモセットのように, 月齢の低いものでもよく育児をしているが, 新生児の成長とともに, 年長のきょう

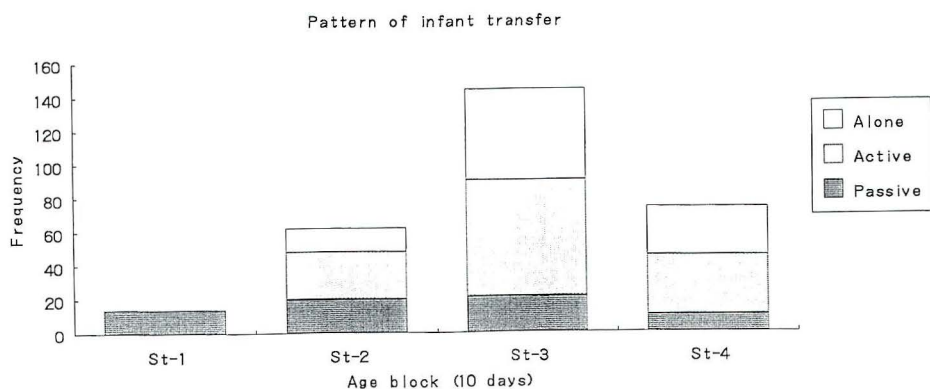


図5. 新生児の受渡し (Transfer) の様式

新生児の運動様式から Transfer を alone (単独的), Active (能動的), Passive (受動的) の3つの型に分けて, 成長にともない各型の発現回数を示した。

だいと年少のきょうだいとの較差がはっきりしてくる傾向があった。生後10カ月に満たない幼いきょうだいにとって, 新生児の体重の負担は大きく, 急激に成長する新生児の体重増加にもうまく適応していないようだ。以上のように, 育児分担は群れ内のきょうだいの数, 特に10カ月齢を越えた個体の数によって, そのパターンが変わるといえる。

シロガオマーモセットでは, 2頭の新生児を個体識別し, 特定の新生児と育児個体という結びつきがあるか, 新生児の成長にともなうどう変化するのかを調べた。育児の総時間でも, 平均の育児継続時間でも, そのような結びつきは認められなかった。

(2) 新生児の受け渡し (Transfer)について

育児行動は, 新生児と育児個体のかけひきの結果である。育児がどのようなきっかけでおこるのか, 1頭の育児個体から次へというTransferはどのように起こるか, シロガオマーモセットの観察からこの問題を検討した。また, 新生児と育児個体の双方が「育児」に対してもつ動機づけの強さが新生児の成長にともなうどう変化するのかも調べた。

Transfer にはいろいろな形があるが, ここでは新生児の運動性に注目して, 受動的なもの (Passive; 育児個体から別個体が新生児を奪う, 育児個体による拒否, 育児個体が接近し新生児を連れていく), 能動的なもの (Active; 自発的に育児個体間を移る, 育児個体との相互交

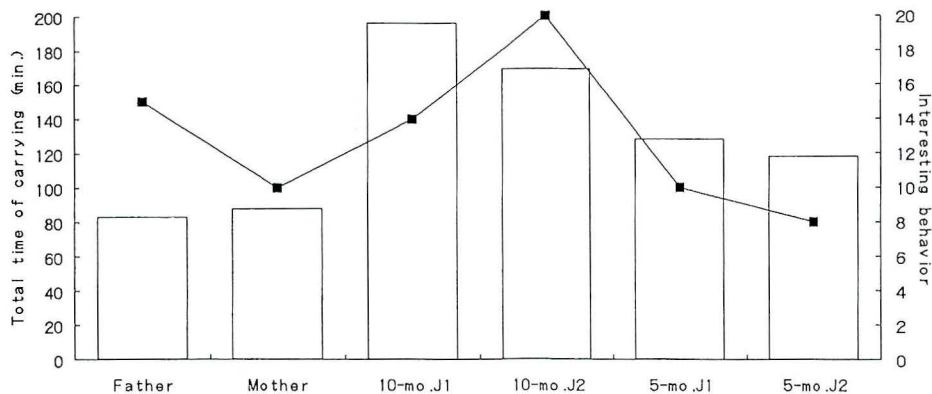


図6. 関心行動と育児行動の対応. 関心行動の回数と育児の総時間を育児個体ごとに示した

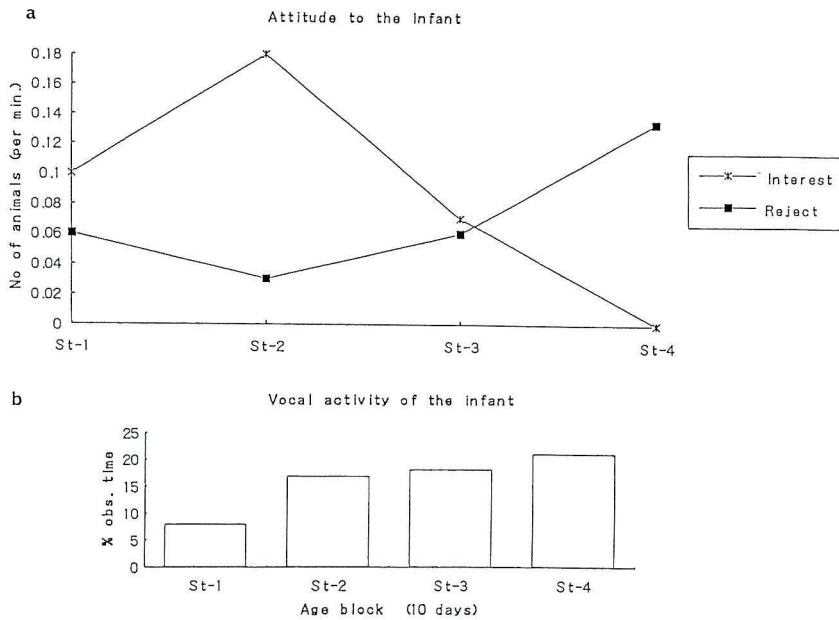


図7. 育児個体と新生児の動機づけの変化

(a) グループ内で関心行動や拒否行動を示す個体が1分あたり何頭いたかを示した。

(b) 全観察時間のうち、新生児が音声を発する時間の割合。

渉が育児前後にある), 単独性 (Alone; 新生児の単独姿勢から育児が始まる, 単独で放置される) の3つに分類した。これら3つの型の Transfer の発現回数を図5に示した。新生児の成長にともなって, 受動的なものがへり, 能動的なものが増える。生後21日目以降には, 単独的なものがふえるとともに, Transfer の全体数も多くなっている (Friedman の検定, $P > 0.05$ ns)。

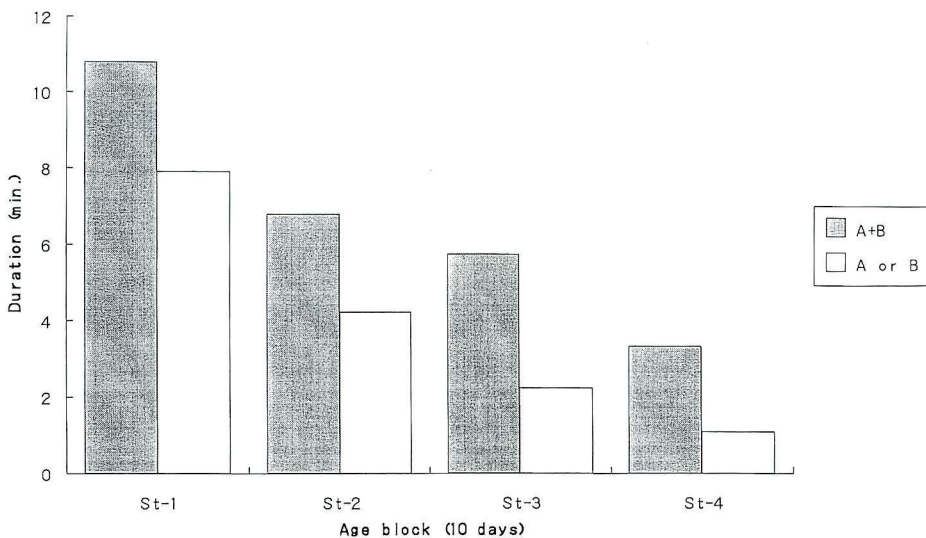


図8. 育児継続時間からみた2頭同時育児と個別育児の対比 (シロガオマーモセット)

育児個体が新生児に対し持つ関心の高さを調べるため、新生児に近づいて、さわる、尾や足を引っ張る、鼻面をこすりつける、グルーミング、陰部をなめるなどの新生児への関心を示す行動に注目し、育児以外の時にこれらの行動を示した回数を調べた。このような関心行動は、育児行動を多く示す個体に多く（図6；Kendall 順位相関係数では ns）、関心行動が育児個体の育児への動機づけの強さを表わすと考えられる。新生児の成長と共に、育児個体は体をのけぞらせる、新生児の尾をかむ、新生児の体をとまり木におしつけて新生児を振り落とそうとする、などの拒否行動も示すようになる。新生児の成長にともない、関心行動はいったんピークに達するが、新生児の独立性が強まるとともに低下する（図7 a）。これに対し、拒否行動を示す個体は次第にふえている。

新生児は育児されることへの動機（欲求）をどれだけ持っているのか。育児個体から拒否された時やひとり放置された時など、新生児は〈ツビー・ツビー……〉というかん高い強い音声を発することが多かった。この音声を保護を求める欲求の強さの指標とし、観察時間あたりに発声のあった時間の割合を調べた（図7 b）。育児個体の側の動機づけの変化と対応させてみると、新生児の欲求は成長とともにはっきりと示されるようになり、生後31日以降（St-4）になってもなお高い。育児個体の動機は低くなっているにもかかわらず、新生児の欲求は依然高いというズレが、育児個体と新生児の間に多くの conflict をおこしていたのだろう。生後21日以降（St-3）Transfer 自体の発現が高くなるのもこのような conflict の結果であると考えられる。

(3) 2頭同時育児について

シロガオマーモセットの育児行動の継続観察から、新生児を1頭だけ育児するよりも、2頭セットで育児する時の方がより安定し、継続時間が長いことが明らかになった（図8；Mann-Whitney U 検定, $P > 0.05$ ns）。グループ全体の2頭同時育児のポイント数（あるいは時間数）が総時間、総観察ポイントに占める割合を見ると、クロミミマーモセット(2)で81.85%，アカテタマリン74.75%，シロガオマーモセット39%であった。初期に年少のきょうだいによる育児が多かったシロガオマーモセットで若干低いが、どのグループでも一貫して同時育児がよく認められた。個体別でみると（図9 a-c），3グループすべてにおいて、母親にこの傾向が顕著であった（すべて50%以上）。シロガオマーモセットとクロミミマーモセットでの行動観察では、母親は2頭の新生児に、両わきの下の乳首をそれぞれ吸わせて、数分じっとする、という授乳行動を行なうことが多く認められた。2頭同時育児の傾向はこの授乳行動の延長にあるのだろう。母親以外では、父親や育児行動をよくする年長のきょうだいにも同じ傾向が見られるが、いっぽう生後5カ月、8カ月の年少のきょうだいではこの傾向が弱かった。

母親はまた、授乳に際して新生児を積極的に次々に回収していたが、同様の行動は、父親や年長きょうだいでもよくなされ、新生児の成長にともなって多くなり、St-3でピークをむかえた（図10）。育児個体が1頭の新生児を抱いてから2頭目を抱くまでの潜在時間を母親とそれ以外の個体と比較したところ、回収行動のピークと呼応して、同時期には母親と同じような潜在時間となっていた（図10, Mann-Whitney U 検定, $P > 0.05$ ns）。このように、育児をよくする個体の育児行動は母親の育児様式に収斂する傾向があった。

2頭同時育児をする個体には、突然に活動性の低下が認められ、他のきょうだいたちがレスリングをしたり餌をとって食べたりしている時でも、新生児を背負ったまま、じっとすわっていることがよくあった。

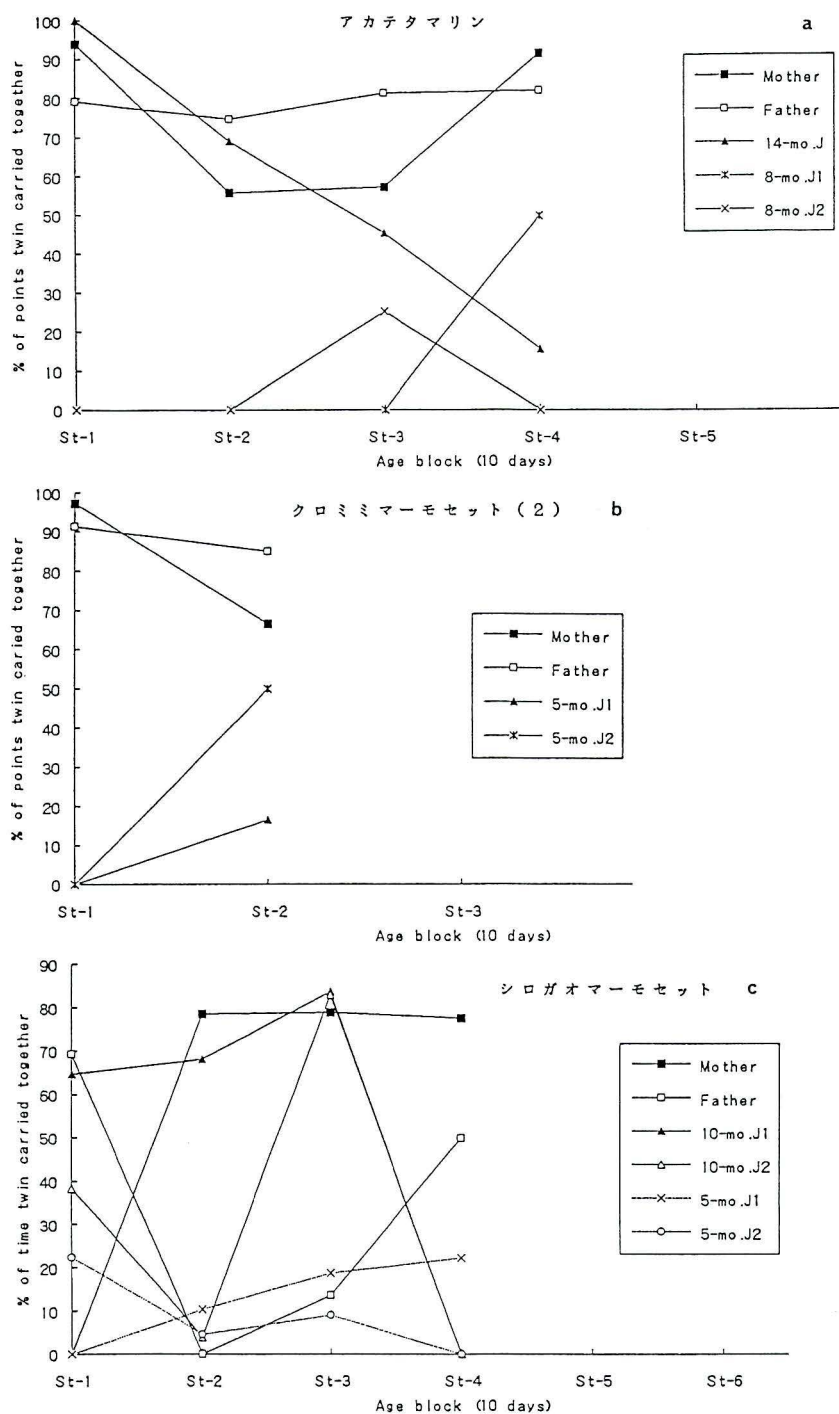


図9. 2頭同時育児傾向の群内変異

全育児のうちに2頭同時育児が占める割合を個体ごとに示した。
縦軸は図1に同じ。

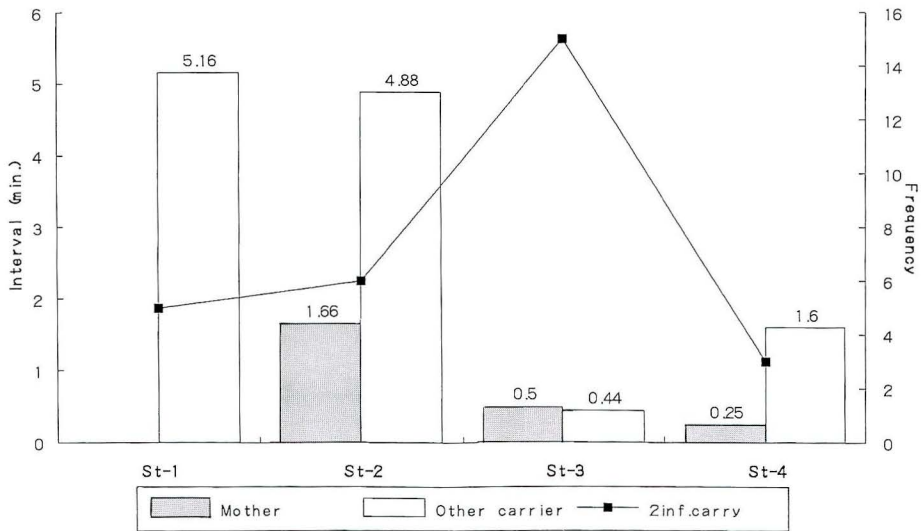


図10. 新生児の回収行動と2頭同時育児までの潜在時間

母親以外の個体が生じた新生児回収行動の回数と1頭育児が2頭育児になるまでの潜在時間を示した。

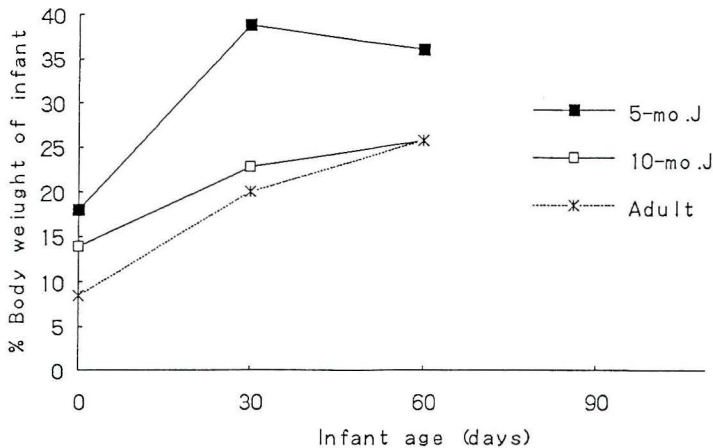


図11. 新生児と育児個体の体重比変化

EPPL (1978) による飼育下のコモンマーモセットの日齢ごとの体重データをもとに、新生児の体重が生後5カ月、10カ月のコドモおよびオトナのどれだけの割合になるのか、新生児の誕生直後、生後30日、生後60日について示した。

考 察

(1) 年齢による役割分化

新生児に対する育児行動は、きょうだいの月齢によって発現頻度が異なり、10カ月未満のきょうだいでは育児行動が少ない傾向があった。また、2頭同時育児の傾向も年少のきょうだいには認められなかった。

クロミミマーモセット、シロガオマーモセットの両種と非常に近縁なコモンマーモセットの

飼育下での体重変化のデータ (EPPLÉ, 1977) をもとに、図11に生後5カ月、10カ月のコドモ、およびオトナの体重に対する新生児の体重の割合を誕生直後、生後1カ月、2カ月について示した。生後5カ月の年少きょうだいの場合、新生児の誕生時、新生児1頭の体重は自分の体重の18%だが、1カ月後は38.8%とピークに達し、その後減少する。これに対し、年長のきょうだいでは、同様の割合が13.9%、22.8%であり、オトナでは8.5%、20%であった。

このように、きょうだいの月齢による育児傾向の違いには、新生児との体重差の違いが強く関係していると考えられる。特に年少のきょうだいの場合、2頭同時育児は自分の体重の半分かそれ以上を運搬することになるので、事実上不可能に近いだろう。

飼育下のマーモセットは生後14-15カ月で性成熟に達する (谷岡, 1989)。本研究でよく育児を行っていた年長のきょうだいの多くは、性成熟に達しながら、それが抑制されていた (ABOTT, 1989) と考えられる。その結果、母親の育児負担はかなりの程度軽減されていたのである。

このように両親以外の個体が育児をする意義を育児個体の側から考えると、血縁選択以外にも可能性がある。育児経験を積んで将来の繁殖効率を高める学習効果 (LANCASTER, 1971; HRDY, 1976) は、マーモセット類では飼育下で親の育児経験により繁殖成功が高まることで支持されるのである (EPPLÉ, 1978; KILBORN et al., 1983)。

(2) 2頭同時育児と育児負担の軽減

今回の観察で特に明らかになったことは、すべての種で2頭同時育児の傾向が認められ、特に育児そのものをよくする個体にこの傾向が顕著だったという点である。また、このような育児個体は新生児を次々に回収することも行ない、2頭同時育児の状態を積極的に作りだしていることがわかった。これまでの、2頭同時育児は飼育下のコモンマーモセット (*Callithrix jacchus*) の研究や (Box, 1977)、野生のセマダラタマリン (*Saguinus fuscicollis*) の観察でも (GOLDIZEN, 1987) 指摘されているが、その意義について詳細な検討がなされたことはない。

結果の項でも触れたように、このような2頭同時育児の起源は、母親の授乳行動にあると考えられる。授乳中ではもともと運動性が低下するため、母親にとっては同時に2頭の新生児を抱いて授乳する方が効率がよい。澤田他 (1992) は、飼育下のコモンマーモセットの観察から、多くの新生児が誕生後の早い時期から、どちらの側の乳首が好きかという乳首の選好性 (nipple preference) を示すと報告している。この傾向は、2頭同時授乳に対する新生児の側からの適応とも考えられる。そして、新生児の側にも2頭で抱かれることの何らかの心理的安定というものがあるのかもしれない。

授乳における2頭同時性が、他個体による育児にまで拡張したのはなぜだろうか。GOLDIZEN (1987) は野生のセマダラタマリンの観察から、育児個体とそれ以外の個体のアクティビティを比較し、育児中は採食や移動が減少して休息が増加することを報告している。量的データはないが、今回の観察でも育児個体のアクティビティは明白に低下していた。体重比の項でもみたように、育児行動は育児個体にとって相当な負担になる。1頭ずつ育児して負担時間を長くするより、全体の時間を短縮するという形でこの負担を軽減しているのである。したがって、育児に関しては、マーモセット類は双子を1頭の大きい新生児のように扱っているともいえる。

それでは、なぜ双子なのか。マーモセット類が多産産をするようになった進化的理由については、変動の多い環境でできるだけ多くの子を残そうとする小型哺乳類の性質が保持されているという考え方と、二次的に小型化した帰結であるという考え方 (LEUTENEGGER, 1973) が

ある。1頭の大きな仔ではなく2頭に分割するという意味は、「massの問題か numberの問題か」という議論に拡張できるかもしれない。通常の育児においてはセットで扱うことが多くても、何らかの理由が生じた時に、分割できることはやはり有利である。また、将来の helperを増やすことにもつながる。マーモセット類をめぐるこのパズルは、環境変動、個体群変動や育児行動の負担などについての定量的データを集積することから、解いていくことができるだろう。

謝 辞

本論文をまとめるにあたり、以下の方々より多くの援助を受けた。ここに記して御礼を申しあげる。

木村直人・亀谷勝司・田辺雄一・河合雅雄・小寺重孝（日本モンキーセンター）、中野良彦（大阪大学）。

文 献

- ABOTT, D. H., 1989. Social suppression of reproduction in primates. In V. Standan & R. A. Foley (eds.), *Comparative Socioecology, The behavioral Ecology of Human and Other Mammals*, pp. 285–304. Blackwell, Oxford.
- BOX, H., 1977. Quantitative data on the carrying of young captive monkeys (*Callithrix jacchus*) by other members of their family groups. *Primates*, **18**: 475–304.
- BROWN, K. and D. S. MACK, 1978. Food sharing among captive *Leontopithecus rosalia*. *Folia primat.*, **29**: 268–290.
- EPPLE, G., 1978. Reproductive and social behavior of marmosets with special reference to captive breeding. *Prim. Med.*, **10**: 50–62.
- GOLDIZEN, A. W., 1987. Facultative polyandry and the role of the infant-carrying in wild saddle-backed tamarins (*Saguinus fuscicollis*). *Behav. Ecol. Sociobiol.*, **20**: 99–109.
- GOLDIZEN, A. W., 1989. Social relationships in a cooperatively polyandrous group of tamarins (*Saguinus fuscicollis*). *Behav. Ecol. Sociobiol.*, **24**: 79–89.
- KILBORN, J. A., P. SEHGAL, L. D. JOHNSON, M. BLEND, and R. T. BRONSON, 1983. A reproductive study of infant mortality of cotton-top tamarins (*Saguinus oedipus*) in captive breeding. *Laboratory Animal Science*, **33**: 168–171.
- KLEIMAN, D. G., 1977. Monogamy in mammals. *The Quartely Review of Biology*, **52**: 39–69.
- KLEIMAN, D. G., 1979. Parent-offspring conflict and sibling competition in a monogamous primate. *American Naturalist*, **114**: 753–760.
- 宮藤浩子・吉村友男・木村直人, 1990. 飼育下におけるマーモセット類の育児行動. プリマーテス研究会事務局編, 「第34回プリマーテス研究会記録」, pp. 58–66. 日本モンキーセンター, 犬山.
- LEUTENEGGER, W., 1973. Maternal-fetal weight relationships in Primates. *Folia primat.*, **20**: 280–293.
- 澤田友子・斎藤亮一, 1992. 室内繁殖コモンマーモセット (*Callithrix jacchus*) 新生仔の授乳行動. 霊長類研究, **8**: 186.
- 谷岡功邦 編, 1989. コモンマーモセットの特性と実験利用. ソフトサイエンス社, 東京.
- TERBORGH, J. and A. W. GOLDIZEN, 1985. On the mating system of cooperatively breeding saddle-backed tamarin (*Saguinus fuscicollis*). *Behav. Ecol. Sociobiol.*, **16**: 293–299.

三浦半島沿岸に生息していたニホンアシカについて

中 村 一 恵

(神奈川県立博物館)

A Note on the Japanese Sea Lion, *Zalophus californianus japonicus* (PETERS, 1866),
Living on the Coast of the Miura Peninsula, Kanagawa Prefecture

Kazue NAKAMURA

(Laboratory of Zoology, Kanagawa Prefectural Museum, Naka-ku, Yokohama 231)

Abstract From published accounts of the Edo and Meiji periods, Japanese sea lions (*Zalophus californianus japonicus*) apparently once lived around the coast of Sagami and Tokyo Bays of the Miura Peninsula, Kanagawa Prefecture. Sea lions of Ashika-jima (so called sea-lions rocks) in the Miura Peninsula might not been disturbed by the native people, while they have been hunted by guns at least 100 years since 1720 by the government officers from Edo. They may have finally disappeared until the end of Meiji period although the real cause of extinction is unknown.

は じ め に

アシカ島、アシカ根、アシカ箸（バエ）などと呼ばれる地点名が千葉県銚子から九州東岸にかけての太平洋沿岸に少なくとも36ヶ所ある。松浦清の『甲子夜話巻七十七』には「相州あしか嶋多し」（中村・中野，1980）とあるから，過去にアシカ島という地点名は相模湾沿岸および三浦半島の含まれる東京湾沿岸の一部の地域にいくつもあったと思われるが，現在の地図上に残されたものは少ない。横須賀市久里浜沖に残る，海獺島または海鹿島と書き，アシカ島またはアジカ島と呼ばれる地点名はその一つであり，三浦半島城ヶ島の長津呂湾はアシカガ入江とも呼ばれていた（内海，1960）。久里浜沖のアシカ島は宝島とも呼ばれ，魚介類が豊富であったばかりでなく，漁場を見通す山見の目標や避難場所としても利用されていた。加藤山寿の『三浦古尋録』（文化9（1812）年）には「浦賀湊入口ニ海驢島ト云有此島ニアシカ居一疋ハ番ヲナシ多皆イ子ムリ居故ニアシカ島ト云」と記述されている（菊地ほか，1967）。

36ヶ所のうち，14ヶ所が伊豆諸島沿岸から房総半島沿岸の銚子までに位置しているが，その多くがアシカ島またはアシカ根と呼称されている（付表参照）。こうした地点名は海中の礁を指し，魚族の集まる所とされ，また操船にあたっては警戒すべき礁であることを意味している（柳田・倉田，1938）。アシカ類に因む地点名の呼称が，静岡県御前崎から伊豆諸島にかけてはアシカ根であるが，四国，九州方面ではそれがアシカ箸（バエ）となり，日本海でトド礁（グリ）となるのは，地域による礁の呼称の変化に対応したものである。これらの岩礁の呼称の由来は，それを発見した者の名が付けられる場合もあったようであるし，その地形や島の形，位置などさまざまである。暗礁とは言っても，潮の干満によっては水面に露出することになるものもあるから，海鳥や海獣の休息の場として利用される。鵜の根や鵜ノ箸のような名称は，海鳥の鵜がよく集まることで名付けられたものであろうし，アシカ根，アシカ箸などの呼

称も、そうした礁にアシカが生息していたからこそ名付けられたものである。

先に中村(1989)は、伊豆諸島に生息していたニホンアシカ *Zalophus californianus japonicus* について報告した。しかしニホンアシカ(以下アシカ)は、生物学的な調査がほとんどなされないまま消息を断って今日に至っており、絶滅したものと思われるが、江戸時代や明治時代の文書あるいは民俗資料として残された記録から生態、分布、人との関係等について若干の手がかりを得ることが可能である。筆者が目を通すことのできた資料は乏しいものであるが、それら資料から三浦半島沿岸に生息していたアシカのたどった歴史を多少なりとも復元してみたいと思う。

民俗研究家の内海(1960)が、その著書『海鳥のなげき―漁と魚の風土記―』の中に残されたアシカに関する資料などは、断片的なものではあるが今となってはきわめて貴重である。そうした記録を統合・考察し、先報の補遺としたい。

相模湾および東京湾に生息していたアシカの消滅までの過程

久里浜沖のアシカ島については、『相州三浦郡東浦賀村文書』所載の海馬嶋関係文書(本橋, 1987)に、より具体性のある記録を見ることができる。村明細帳とは、領主の命令によって村の概況について全般的に報告した書類で、現在の村政要覧、市政要覧と類似した性格をもつものである。

「海馬嶋と申候儀、夏向或ハ平生共ニ暖気成節ハ海馬大分右嶋江上り候而あそひ申候ニ付、海馬嶋と申候、又ほう嶋(宝島のこと、筆者註)共申候。獵舟など右嶋四五間近所江舟寄候而海馬迺不申候、但シ海馬形ハ犬之様成ものにて、毛悉短ク、頭より段々尻之方肉深ク相見江申候、ひれの肉ニ水かき有之候哉、ひれニ而歩ミ申様ニ相見江申候、毛色ハ黒ねずミ色も有之、多ハうす赤キ方ニ而御座候事」。

海馬島に生息していた海馬(アシカ、註1)の形態上の特徴が要領よく記述されているが、中でも、「四五間近所江舟寄候而海馬迺不申候」という表現は注目し値する。「海馬迺不」とは「逃げ申さず」の意味で、「四五間近所江舟寄候」とあるから、島までの距離 10m ほどまで漁師が船を寄せても、アシカが逃げることはなかったと記述されている。

浦賀奉行所は江戸幕府職制上の要職として、その直轄の要地に置かれた遠国奉行所の一つで、それが西浦賀村に建設され、業務が開始されたのは享保6年のことである。前年の5月頃から12月にかけて幕府関係者による当地の見分が行なわれているが、前記の文書は、その際、海馬島に関する代官の質問に答えたものである。年代は享保5年(1720)12月となっている(鈴木, 1987)。そして以来、浦賀村の村民がアシカの捕獲に協力を要請されていた記録が、加茂元善の『浦賀志録』に収録されている。石渡(1987)によれば、『相模國三浦郡西浦賀村明細帳』に記載された文化10年(1813)の文書である。

「当村沖合あしか島ニ平生海鹿上陸致居候ニ付享保五子年ヨリ田村四郎兵衛様御組御鉄砲御役人方毎年冬江戸ヨリ御越ニ相成り十四五日或ハ二十日程ヅ、当村御逗留あしか御打被成候而江戸へ被遣又風悪敷時分ハ村継ニ而陸ヲ被遣候間御献上被成候右御逗留中海鹿御見分之漁船其外江戸へ被遣候節海陸共御用浦賀ニ而相務メ尤モ木錢米錢ハ御払方被下候延享元年ヨリ右あしか御用御座ナク候其以後浦賀奉行ヨリ同心衆被仰付右島ニ而海鹿御打相成候節役船差出シ江戸へ被遣候海陸共右之御用浦賀ニ相勤メ来リ申候」。

享保5年(1720)の以降、冬になると江戸から幕府の役人がやって来て浦賀村に二週間ないし二十日間滞在し、銃によるアシカ狩が毎年行われ、延享元年(1744)以後は、浦賀奉行

所の下級武士である同心によってアシカ狩が行なわれていたことが記述されてある。

上記文書に見るような、アシカ狩に村民が駆りだされていたことは、享保18年(1733)から文政3年(1820)にかけて差出された『相模國三浦郡村明細帳』にも、以下のように記述されている(青山, 1973; 1990; 1991)。

「あしか御用二付御鉄砲衆御出被遊候節、人足漁船御用相勤申候」(享保18年)。「海獺御用二付、御鉄砲衆御出被遊候節、人足・漁船御用相勤申候」(文化8年)。「海鹿御用二付、鉄砲衆御出之節者、人足・漁船御用相勤申候」(文政3年)。

浦賀沖のアシカ島に生息していたアシカを狩猟の対象とするようになったのは、加茂元善の『浦賀志録』によれば、享保5年(1720)以降のことであるが、上記村明細帳には、少なくとも文政3年(1820)まで人足として村民が駆りだされ、かつ漁船を提供していたことが記述されている。間宮士信らの『新編相模國風土記稿』(天保12(1841)年)にも、同心らによる銃猟が行なわれたことが記述されてある。主に冬期に限って実施されていたようであるが、アシカ猟は100年以上にわたって行なわれていたことになろう。しかしどの程度の量の捕獲がなされたのか、これらに関する資料は得ていない。

所(1969)によれば、携帯用の火縄銃(6~10匁玉で銃身1m)の場合、人体ほどの大きさの標的に命中させるには、標的までの射程距離は約100m以内であり、それ以上の射程距離になれば、命中確度が低下するという。前記のように、アシカ島までの距離およそ10mまで漁船を寄せても、アシカが逃げることはなかったとあるから、当時の鉄砲の性能で確度高くアシカを捕捉できたものと推定される。

文化10年(1813)に久里村名主小川彦右衛門より奉行所代官に差出された海馬嶋関係文書(石渡, 1990)に次のような記述がある。

久里浜村之者共もあしか取到候哉御尋二御座候、漁師者海馬二手さし不仕候。海馬者執念深きもの二而仇を致候迎漁師共決而手さし不仕候右者御尋二付乍恐受奉申上候。

漁師が海馬(アシカ)に決して手を出すことはなかったこと、その理由としてアシカは執念深く仇を討つものだからと書かれている。海馬の殺生を忌避する民間信仰のあったことが伺える(cf. 中村, 1992b)。実弾使用は厳しく統制されながらも、17世紀前半期から同紀中期にかけて、全国的に在方百姓のもとに鉄砲は普及した(葉山, 1992)。が、当時の浦賀村民の鉄砲の所持・使用は厳しく制限されていた(註2)こと、また上記民間信仰から推論して、当時の村民がアシカを狩猟の対象としていた可能性は薄い。漁民が島近くに船を寄せても、アシカが逃げることはなかったという前記の海馬嶋関係文書の記述(本橋, 1987)とも整合するものであろう。幕府の役人が銃によりアシカ狩をしていたのとは対照的である。

アシカが明治以降衰退の一途をたどっていったことは、以下の村井弦齊の記述と照合して推定するならば、弦齊が浦賀及び付近を見聞した当時、すなわち明治中期の東京湾でアシカを見ることが、すでに難しい状況にあったのかもしれない。

明治25~26年代の記述と考えられている村井弦齊の『浦賀見聞記』には、「浦賀近海に鰯群集すれば、鯨、海獺(あしか)、海狗(いるか)の類、亦た鰯を追て来る鯨の内海に入るは富津を以て界とすれども、海獺、海狗は能く沿岸の小湾に入ることあり」と記述されている(石井, 1967)。村井弦齊は東京湾の海鹿島について、「余が常に漁船を促して垂綸の興を遣りし処なり」(石井, 1968)と書き、しばしば海鹿島を訪れたようにとれる。が、その中に実際にアシカが見られたことの記述は見当らない。内海(1960)によると、明治の中頃までは冬に

なると東京湾内までアシカが姿を見せていたということである。これを裏書きするように、東京国立博物館所蔵の『博物館写生図』には明治12年に三浦半島の三浦市南下浦町松輪の海岸で捕獲されたアシカの写生図が残されている（磯野，1992，註3）。

明治後期になると、東京湾のアシカ島にもはやアシカが見られなかったことが、加茂元善の『浦賀志録』の「第七節あしか島」から読み取ることができる。高橋（1972）によれば、『浦賀志録』は明治42年（1909）7月に完成したものである。加茂元善は、先の幕府の要人や浦賀奉行所の下級武士によるアシカ狩を紹介した後に以下のように記し、アシカ島からアシカの姿が消えたことを嘆いている。

「仲々美観ヲ極メタル状況ニ見受ケラレルモ今日ハ更ニ何等形跡モナク空シク海中ノ二小島トシテ船舶ノ目標ニ充ツルニ過ギズトハ若シ島ニシテ靈アラバ昔日ヲ思フノ念ヲ慰ムル日ナカルベキナリ」。

文中「今日ハ更ニ何等形跡モナク」とあるのは、前記した前文の内容から、アシカが住んでいる形跡のないことを意味したものと思われる。

アシカによる漁業被害について

沿岸漁業の急激な発達が認められるのは江戸時代の中期から末期にかけてであり、その漁業技術は出揃い、それがそのまま明治期に持ち越された（二野瓶，1981）。江戸時代に伊豆大島ではアシカによる漁業被害が、起きていたことが記録されているが、以下に述べるようなアシカと漁民との利害関係は、そうした時代背景の中にある。

伊豆大島の泉津にアシカ島、波浮にアシカ根という地名が残されている（前者は今でも地図に記載されている）。幕臣野呂元丈の『大島見聞録』（享保9年）に「アシカ島とて岩の出たる有、アシカ多く群って見ゆ」とあるから、かつてはかなりの数のアシカが生息していたのであろう。この島の岡田で魚連（タカベ）網が行なわれていたが、寛永2年（1749）の『伊豆国大島差出帳』に、この漁の魚を食いにアシカが来て網を破るので、漁の妨げをするアシカを打つため江戸から伊豆大島に鉄砲が初めて導入されたという（坂口，1980）。

三浦半島三崎地区でも、アシカによる漁業への加害のあったことが内海（1960）に記録されている。それによると、明治16年（1883）に三崎町戸長役場から郡へ提出された報告書には次のような記述がある。

「海中ヲ潜泳魚類ヲ嚙食シ時アツテ島嶼ニ群居ス 羅網ノ魚類ヲ食シ釣ニ係ル魚類ヲ食シ去リ数頭海面ニ在ル時ハ漁夫終日ノ営業徒勞ニ陥ラシムル事アリ 漁夫捕殺シテ皆快トシ帰帆ノ酒ヲ購ヒ嗜ミ以テ漁業上ノ害ナキヲ悦フノ慣習タリ」。

アシカによる被害はその後も続いたようである。最も被害の大きかったのは冬が漁季であったムツ漁業で、内海は「アシカが船に付くと揚網の魚を次々と捕るため、漁を中止して帰る日もあった」という明治30年代の聞き取り調査の記録を残している。明治16年の報告書には「各漁業者競ヒテ駆除ス」とあるが、アシカを捕っても値段が安く、大きなのは鉤で突いても取るのに骨が折れ、ヤナを取られて株ジマイとなるのを恐れ、小さいものの外は捕ろうとはしなかったようだ」と内海は記している。

ま と め

三浦半島久里浜沖のアシカ島に二ホンアシカは少なくとも明治の中頃まで生息していたと考えられる。在方村民によるアシカの狩猟は行われていなかったと判断されたが、1720年以降、

幕府の役人によって銃による捕獲は100年以上にわたって行なわれていた。三浦半島の三崎地区には少なくとも明治30年代までは生息していたと考えられ、内海（1960）によれば、三崎地区では漁業被害を防除するためにアシカの駆除が行なわれていた。

先に、アシカは明治の中期から後期にかけて伊豆諸島およびその近海からほとんど姿を消したと結論した（中村，1991）。今回の東京湾および三浦半島のアシカに関する資料からも、それを改める材料とはならなかった。すなわち伊豆諸島に隣接する千葉県銚子のアシカ島では明治30年頃（篠崎，1956）、千葉県鴨川にあったアシカ島からは明治40年頃までにはアシカが消滅したと指摘された（西岡，1949；内藤，1975）が、同様に相模湾沿岸および東京湾に生息したアシカも明治後期までにはほとんど消滅したものと指摘できる。

これまで紹介してきた各種資料（中村，1989；1991）に基づくならば、明治30年代までは、アシカは銚子以南の房総半島洋岸から東京湾、相模湾沿岸、さらには相模灘から伊豆諸島南部にかけての暖流海域に、まだまれな存在ではなかったと思われる。しかし、それ以後急速に衰退するに至ったらしい。黒田（1953）は「1908年（明治41）頃までは神津島（同島沖合の恩馳島のことであろう。筆者註）に多数生息していたという」、おそらくは引用か聞き取りによる記録を著作の中でこのように記述している。武田（1962）によれば、三宅島の南西にある銭洲（ゼニズ）という岩礁小島で大正の中頃にも銃によるアシカ狩が行なわれたということであるから、少数は伊豆諸島に生き残った可能性はあるものの、繁殖地となっていた伊豆諸島も含めて、明治40年頃までには房総沿岸、東京湾、相模湾沿岸域からアシカはほとんど消滅するに至ったものと考えられる。

海馬（アシカ）は古来より水霊・水神としての位置づけがなされ、その殺生を忌避する民間伝承が残されている。一方、油を採るためや食用としてアシカを漁獲していた伊豆諸島は複雑であるが、そこでも殺生を忌避する本土の海馬信仰の投影が認められる（中村，1992b）。海馬は執念深く仇を討つから漁師は決して手を出さなかったと記した先の海馬嶋関係文書（石渡，1990）に見られる事例もその一つである。

近年、ニホンアシカの事実上の絶滅宣言がなされた（環境庁，1991）。伊豆諸島神津島沖の恩馳島の海馬（アシカ）は濫獲により消滅したと指摘されている（千葉，1975）。日本海の竹島の場合も明らかに濫獲された形跡が認められる（中村，1992a）。一方アシカ消滅の要因の一つとして、西岡（1949）による気候温暖化説がある。濫獲と気候の温暖化とが複合して消滅に至った可能性はないのかどうか、ニホンアシカが絶滅したとすれば、その真の原因は何であったか、さらに検討を要する問題である。

謝 辞

本稿をまとめるに当り、貴重な資料をご教示くださった慶応義塾大学生物学研究室の磯野直秀博士、和歌山県由良町誌編纂委員会の後藤宏氏、並びに朝日大学歯学部伊藤徹魯氏に衷心より御礼申し上げます。東京国立博物館資料部資料第一研究室の加藤寛氏と長岡由美子氏からは資料の閲覧にあたり多大なご理解とご協力をいただき、また古文書の解読にあたっては前回に引続き神奈川県立博物館主任学芸員の鈴木良明氏のご協力をいただいた。併せて厚く御礼申し上げます。

引用文献

青山孝慈，1973. 相模国三浦郡の村明細帳. 三浦古文化, (13): 52-76.

- 青山孝慈, 1990. 相模国三浦郡の村明細帳(二) その五一文化・文政・天保一. 三浦古文化, (48): 51-68.
- 青山孝慈, 1991. 相模国三浦郡の村明細帳(二) その六一文化・文政・天保(2)一. 三浦古文化, (49): 82-113.
- 葦田伊人(編), 1962. 新編相模國風土記稿第5巻. 雄山閣.
- 千葉徳爾, 1975. アシカとジュゴン. 水温の研究, **19** (5): 32-36.
- 葉山禎作, 1992. 鉄砲の伝来とその波紋. 日本の近世4, 35-106. 中央公論社.
- 石井光太郎, 1967. 弦齊の浦賀見聞記. 三浦古文化, (3): 156-161.
- 石井光太郎, 1968. 弦齊の浦賀見聞記(二). 三浦古文化, (5): 119-124.
- 石渡 正, 1987. 久里浜の社寺と古跡. 久里浜文化叢書第二集. 久里浜地域文化振興懇話会.
- 石渡 正(編著), 1990. 古文書に見る久里浜. 久里浜文化叢書第四集. 久里浜地域文化振興懇話会.
- 磯野直秀, 1992. 東京国立博物館蔵『博物館図譜』について. 慶応義塾大学日吉紀要自然科学, (12): 73-87.
- 環境庁, 1991. 日本の絶滅のおそれのある野生生物一脊椎動物編. 野生生物研究センター.
- 菊地武・小林弘明・高橋恭一(校訂), 1967. 三浦古尋録. 横須賀市図書館.
- 小島俊一, 1981. 三陸沿岸・北上山地の地名. トリョーコム.
- 黒田長禮, 1953. 日本獣類図説. 創元社.
- 宮武克巳, 1943. 臙臙獣・臘虎・海驢. 海洋の科学, **3**: 533-541.
- 本橋与氏男(校訂・編集), 1987. 相州三浦郡東浦賀村(石井三郎兵衛家)文書第三巻. 横須賀市立図書館.
- 本橋与氏男(校訂・編集), 1992. 近世浦賀問屋史料(1)東浦賀書類. 横須賀市立図書館.
- 内藤靖彦, 1975. 外房のアシカ島雑記. 鯨研通信, (282): 11-12.
- 中村一恵, 1989. ニホンアシカ—その分布と絶滅をめぐる—. 日本の生物, **3** (12): 23-34.
- 中村一恵, 1991. 伊豆諸島に生息していたニホンアシカについて. 神奈川県立博物館研究報告(自然科学), (20): 59-66.
- 中村一恵, 1992a. 悲劇の海獣ニホンアシカ. 海洋と生物, **14**: 185-189.
- 中村一恵, 1992b. 海馬・海・人, その1—水霊・水神としてのアシカ—. ニホンアシカニュース, (3): 1-4. ニホンアシカ研究会.
- 中村幸彦・中野三敏(校訂), 1977. 甲子夜話1. 平凡社.
- 中村幸彦・中野三敏(校訂), 1980. 甲子夜話続編6. 平凡社.
- 二野瓶徳夫, 1981. 明治漁業開拓史. 平凡社.
- 西岡秀雄, 1949. 寒暖の歴史. 好学社.
- 坂口一雄, 1980. 伊豆諸島民俗考. 未来社.
- 桜井 保・松本 一, 1949. 神津島記. 著者刊.
- 篠崎四郎(編著), 1956. 銚子市史, 956-960. 銚子市史編纂委員会.
- 高橋恭一, 1972. 浦賀志録—三つの志録の解説—. 三浦古文化, (11): 109-131.
- 高橋恭一, 1973. 浦賀志録(二)—浦賀志録上巻—. 三浦古文化, (13): 118-131.
- 武田幸有, 1962. 新島ろばなし. ふるさとをさぐる会.
- 所 莊吉, 1969. 火縄銃. 雄山閣出版.
- 内海延吉, 1960. 海鳥のなげき—漁と魚の風土記—. いさな書房.
- 柳田國男・倉田一郎, 1938. 分類漁村語彙. 民間伝承の會.

由良町教育委員会, 1987. 「海鰐島御用留帳」大引寺井家文書. 由良町の文化財, (14): 3-50. 由良町誌編集委員会, 1992. 由良町内古文書目録. 由良町.

註1・トド島およびそれに類する地名が各地に多数残されているが、そのうち海馬島や海馬 岩と書いてトド島、トド岩と呼称するのは、太平洋側では青森県以北に分布を見る。一方、本州南岸にも「海馬」の名を冠した地名が少数ながら残されている（付表参照）。例えば、静岡県御前崎沖の岩礁に付けられた「トド根」という名称がそれであり、海上保安庁刊行の日本近海海図に記載されてある。これに当る漢字は「海馬根」であろう。北海道に多く残された海馬島は確かに一部はトド (*Eumetopias jubatus*) に因むものであるが、「海馬」という語彙は本来はアシカ (*Zalophus californianus*) に当てられていたものと思われ、銚子以南の特に本州太平洋岸に残されている「海馬根」のような呼称は「トド根」と読むものであろうが、その意味するところは「アシカ根」であろう。

明治初年に出された伊豆諸島新島の漁業定書においても「海馬」が使われているが、千葉 (1975) が注釈しているように、トド (*Eumetopias jubatus*) ではなくアシカを指したものである。銚子のアシカ島の表記についても、松浦清の『甲子夜話』では海馬嶋と書いてアシカ島と読ませている（中村・中野, 1977）。和歌山県由良町沖にアシカ島の地名が残されているが、ここに生息していたアシカに関する古文書が多数残されている。由良町教育委員会 (1987) および由良町誌編集委員会 (1991) によると、海鰐嶋、海鹿嶋と書いて「あしか嶋」と読ませているが、さらに別の文書では「海馬」と書いてアシカを指している（『海馬御用筋諸事』宝永6(1709)年）。したがって、宮武 (1943) が「御前崎・伊豆七島房総方面にトドの名を付け たる岩礁の在るのは過去に於いてトドの棲息した事実を語るものである」と書いているのは、おそらく「海馬」を即トド (*Eumetopias jubatus*) と解釈したことによるものであろう。

註2・『東浦賀書類』所載の宝歴5年(1755)の関係文書（本橋, 1992）に、以下のような記述がある。

「東西浦賀村惣百姓共奉願上候儀ハ当村之内猪鹿多ク入込、新作を荒し難儀仕候二付、近日猪狩仕度奉存候此間近村二而も御料ハ御代官様、私領ハ御地頭様へ相願、玉込鉄砲打申候二付、弥以猪鹿多入込難儀仕候、依之玉込鉄砲二而打殺申度奉存候間、玉目三匁位之御鉄砲式挺拝借願上候（以下、略）。西御陣屋山二鶺鴒鳥夥敷泊り候二付、数万之鶺鴒鳥湊へ入、鯨之害罷成、伝馬数艘二而追立候得共防兼申候、依之空鉄砲二而おとし申度旨年来願罷候へ共、恐多奉存候而差旨申候、当年別而鶺鴒鳥多難決仕候二付、右空鉄砲拝借仕度旨御目付三佐衛門様迄内々二而御願申上候処、御免被成下候（以下、略）。」

三浦半島では絶滅し、現在では生息していないが、当時、浦賀周辺にはシカやイノシシが多く生息し、農作物への被害に悩まされていた。だが、それに対して鉄砲の使用が厳しく制限されていたことは、この文書から伺い知ることができる。浦賀湊へ入ってきて鯨（イナ、東京湾あたりではイナは3~6センチの大きさのボラの幼魚を指す）を食う多数の鶺鴒鳥（カワウ *Phalacrocorax carbo* であったろうか）に対しても同様であった。

註3・「アシカ牝、明治12年年5月本材木町老丁目魚商三崎友吉ヨリ買上、相模國三浦郡松輪村海浜ニテ地引網ニテ捕之」の説明書があり、写生図には各部の測定値が記入されてある。それによれば、この個体の体長（鼻端～尾端）は4尺2寸（約126cm）である。

付表 日本近海におけるトド島・アシカ島および類似地点名一覧（中村1991を大幅に加筆・訂正*）

No.	位 置**	名 称	備 考
1.	岩手県大船渡市末崎町	海馬（トド）島	
2.	岩手県気仙郡三陸町越喜来村	鯨（トド）島	
3.	岩手県気仙郡三陸町吉浜湾	トド島	
4.	岩手県気仙郡三陸町首崎	鯨島	
5.	岩手県気仙郡三陸町千歳海岸沖	トド島	
6.	岩手県釜石市死骨崎	トド島	
7.	岩手県釜石市箱崎三貫島	トド岩	
8.	岩手県上閉伊郡大槌町	鯨須賀	
9.	岩手県下閉伊郡山田町船越	トド窟	
10.	岩手県下閉伊郡山田町船越	鯨ヶ鼻	
11.	岩手県下閉伊郡山田町大浦	トドヤ崎	
12.	岩手県宮古市姉吉	鯨登（トドノボリ）島	または鯨登岩
13.	岩手県宮古市重茂	鯨ヶ崎	
14.	岩手県宮古市重茂	鯨穴	または鯨窟
15.	岩手県宮古市重茂	鯨岩	
16.	岩手県宮古市重茂半島	トドガ崎	
17.	岩手県宮古市重茂浜	トド浜	
18.	岩手県宮古市磯鶏	鯨浜	
19.	岩手県宮古市宮古湾	鯨ヶ崎	
20.	岩手県宮古市崎山姉ヶ崎	鯨上り	
21.	岩手県下閉伊郡田野畑村	鯨ヶ崎	
22.	岩手県久慈市宇部上村	鯨岩	または鯨島
23.	青森県八戸市鮫平	鯨島	
24.	青森県上北郡六ヶ所村	鯨島	
25.	青森県下北郡東通村尻屋崎	鯨島	または海馬島、海驢島
26.	函館市函館山	トド岩	
27.	函館市榎法華村恵山岬	トド岩	
28.	新冠郡新冠町	海馬岩	
29.	釧路郡釧路町	トド岩	
30.	根室市根室半島花咲岬	トド岩	またはトド島
31.	歯舞諸島多楽島沖	海馬島	
32.	択捉島沖	トド島	
33.	択捉島沖	トド島	
34.	目梨郡知床半島	トド岩	
35.	枝幸郡枝幸町	トド島	
36.	宗谷郡猿払村浜鬼志別	トド岩	または海馬島
37.	サハリン南部	海馬（カイバ）島	別名モネロン島
38.	礼文郡礼文町	海馬島	または海驢（トド）島
39.	礼文郡礼文町	トド礁（ショウ）	
40.	増毛郡増毛郡雄冬岬	鯨島	または海馬島
41.	浜益郡浜益村	トド岩	
42.	小樽市高島岬	トド岩	
43.	古平郡古平町厚苫岬	トド岩	
44.	奥尻郡奥尻町	海馬島	
45.	松前郡松前町大島	トド岬	
46.	松前郡松前町	海馬島	
47.	青森県下北郡焼山崎	海馬（トト）島	
48.	青森県下北郡脇野村牛ノ首岬	海馬島	
49.	青森県西津軽郡深浦町	海馬島	
50.	山形県酒田市飛島御積島沖	胡貳（トド）島	

付表 (続き)

No.	位 置**	名 称	備 考
51.	山形県酒田市飛島本島西岸沖	トムの島	
52.	山形県酒田市飛島御積島	トド穴	
53.	山形県酒田市飛島館岩	トド穴	
54.	新潟県粟島	トド礁 (トドグリ)	
55.	新潟県両津市佐渡島	海驢 (トド) 島	または海驢岩
56.	石川県能登島沖	鮎礁 (トドグリ)	
57.	福井県丹生郡越前町	トド礁 (グリ)	
58.	福井県丹生郡越前町	鮎石 (トドナグリ)	
59.	京都府若狭湾	トド礁 (グリ)	
60.	京都府	トドノ店 (タナ)	
61.	島根県簸川郡大社町	等々 (トド) 島	現在の驢 (とも) 島
62.	島根県八束郡美保関町	等々 (トド) 島	現在の御前島
63.	愛媛県今治市比岐島	海獺 (アシカ) 磯	
64.	大分県北海郡部佐賀関町	海獺 (アシカ) 箸	または海獺瀬
65.	大分県津久見市高甲岩	アシカ瀬	
66.	愛媛県北宇和郡日振島	アシカ箸	
67.	宮崎県日南市	アシカ (箸?)	
68.	高知県土佐清水市稲荷崎	アシカ (箸?)	
69.	高知県土佐清水市窪津崎	アシカ岩	
70.	高知県高岡郡中土佐町加江崎	アシカ箸	
71.	徳島県海部郡牟岐町出羽島	アシカ箸	またはアシカ岩
72.	徳島県阿南市伊島町	アシカ箸	
73.	徳島県阿南市椿灘	アシカ箸	
74.	和歌山県和歌山市加太	アシカ堆 (タイ)	
75.	和歌山県日高郡由良町	海馬島	または海獺島、葦鹿島
76.	和歌山県西牟婁郡すさみ町	アシカ (箸?)	
77.	和歌山県西牟婁郡串本町潮岬	アシカ (島?)	
78.	和歌山県西牟婁郡串本町巻崎	アシカ (島?)	
79.	和歌山県東牟婁郡古座川町長島	アシカ (島?)	
80.	和歌山県東牟婁郡太地町灯明岬	アシカ島	
81.	和歌山県東牟婁郡那智勝浦町	アシカ (島?)	
82.	三重県志摩郡大王町	アシカ下瀬	
83.	三重県志摩郡志摩町	アシカ島	
84.	愛知県渥美郡伊良湖岬	海鹿 (アシカ) 島	
85.	静岡県浜岡町御前崎	海馬根	
86.	静岡県伊東市	海獺 (アシカ) 根	
87.	伊豆諸島大島泉津	海驢 (アシカ) 島	
88.	伊豆諸島大島波浮	海驢 (アシカ) 根	
89.	伊豆諸島式根島	海驢 (アシカ) 立鼻	
90.	伊豆諸島式根島	アシカ穴	
91.	伊豆諸島神津島	アシカ島	別名恩馳島
92.	伊豆諸島八丈島油戸	アシカ根	
93.	神奈川県三崎町城ヶ島	アシカガ入江	
94.	神奈川県横須賀市	海獺 (アシカ) 島	または海鹿島、海馬島
95.	千葉県安房郡鴨川市	海獺 (アシカ) 島	
96.	千葉県夷隅郡勝浦町	アシカ島	
97.	千葉県夷隅郡大原町	アシカ島	
98.	千葉県銚子市鹿島町	海馬島	または海鹿島、葦鹿島、海獺島

* 三陸沿岸については主として小島 (1981) を参照して加筆した。

** 太平洋側東北地方・北海道、オホーツク海、日本海、太平洋南岸の順に配列。

A Peculiar New Species of the Mordellid Genus *Glipa* (Coleoptera) from Yakushima Island, Southwest Japan

Masatoshi TAKAKUWA
(Kanagawa Prefectural Museum)

屋久島産オビハナノミ属の特異な 1 新種

高 桑 正 敏
(神奈川県立博物館)

琉球列島北部の屋久島からオビハナノミ属（ハナノミ科甲虫）の 1 新種，カルベオビハナノミ *Glipa karubei* TAKAKUWA, sp. nov. を記載した。本種は尾節板がきわめて短く，しかもその端は幅広く切断され，また雄は上翅に明瞭な斑紋を現さないことで，本属の種としてはきわめて異質であるが，雄交尾器は本属の特徴をよく示している。雌の斑紋パターンは琉球と台湾から知られるイリエオビハナノミ *Glipa iriei* TAKAKUWA に似るが，それとは雄交尾器の形を違えるほか，前胸背の黒斑がより大きく，また尾節板背面に縦稜を欠くことなどで明らかに異なっている。

Abstract A new mordellid beetle from Yakushima Island of the N. Ryukyus, SW Japan is described under the name of *Glipa karubei* sp. nov. This is unique in the genus in having the indistinct elytral maculation in male and short pygidium with widely truncate apex.

In 1972, a strange beetle of the family Mordellidae was collected from Yakushima Is., SW Japan. It was considered that the species is probably new to science and is surely included in the genus *Glipa* LeCONTE by the genitalic features and the other characters. Nevertheless, I have hesitated to describe that specimen as a new species until the present, because of the possibility of an aberrant form: that specimen is almost lacking elytral maculations, though all the species of *Glipa* hitherto known are decorated with clear maculations on elytra. I had been obliged to reserve the description of that species.

This pending problem was finally settled just after 20 years. In the Summer of 1992, Mr. H. KARUBE, one of the most superior catcher of *Glipa*, and his senior of university, Mr. K. MATSUMOTO, succeeded in collecting that species from Yakushima. In the result, it became clear that the pending species is doubtlessly new to science and is certainly decorated with indistinct maculation in male. Therefore, I am going to describe the above-mentioned species as a new one.

Before going further, I wish to express my hearty thanks to three entomologists: Mr. S.

NAGAO who first caught this interesting mordellid, and Messers. H. KARUBE and K. MATSUMOTO of the Laboratory of Entomology, Tokyo University of Agriculture, who rediscovered that pending species according to my expectations.

Glipa karubei sp. nov.

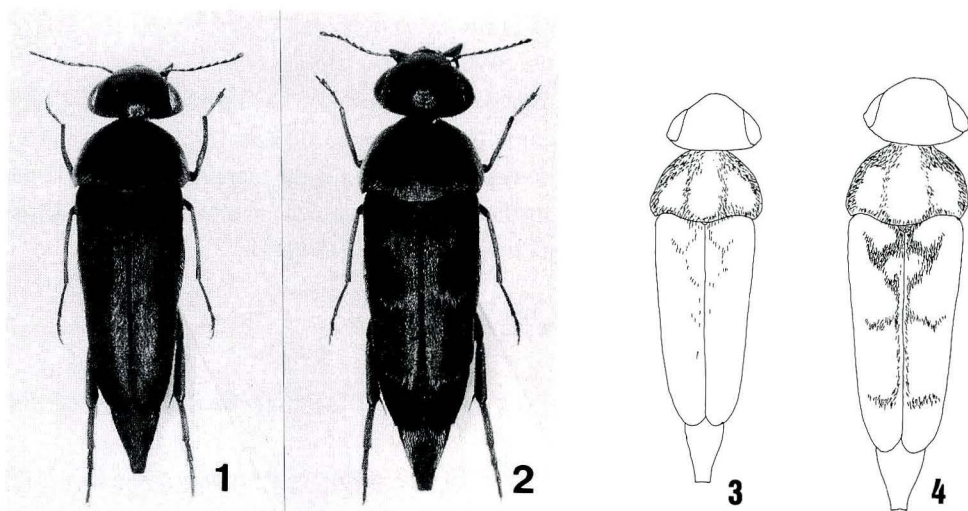
(Figs. 1-7)

Male. Body steely black with greenish or cyaneous or pinkish purpuleous tinge; mouthparts except for mandibles, antennal segments 1-4, fore femora and claws more or less pale amber to brownish amber; middle part of mandible and spurs of hind tibia spectrum reddish; surface clothed with infusate hairs with fuscous tint in general.

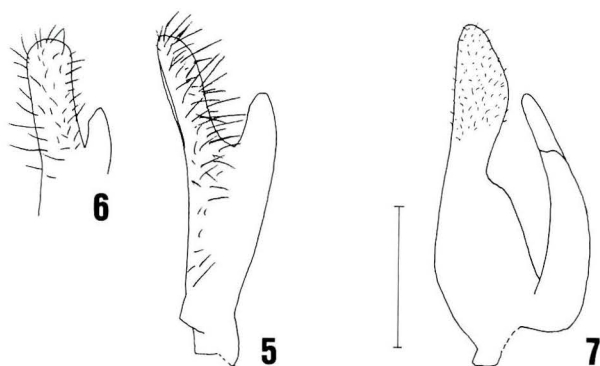
Head moderately convex, clothed with flavous recumbent hairs; tempora very narrow, but somewhat spread laterad near the middle; eyes oval, densely haired. Last segment of maxillary palpus subtriangular with inner corner widely rounded; apical margin longest, nearly twice as long as inner one which is the shortest and is about 0.8 times as long as outer one. Antenna considerably short, shorter than the width of head; relative lengths of segments in the holotype as follows: 1.3 : 1 : 1.2 : 1.4 : 1.5 : 1.5 : 1.5 : 1.4 : 1.5 : 1.3 : 1.7; segments 5-10 serrate; terminal segment obovate, about 1.7 times as long as wide. Pronotum moderately convex, about 1.3 times as wide as long, 1.2 times as wide as head, widest at basal 1/3, clothed with flavous hairs especially at the sides, with three large, indistinct black spots of infusate hairs: a median longitudinal one and a pair of lateral ones, of which the latter are barely separated from the former by a pair of vague stripes of flavous hairs. Scutellum right-triangular with apex rounded, clothed with whitish hairs. Elytra 2.1 times as long as wide, clothed with pale purplish brown pubescence on humeral parts, the remainder clothed with infusate pubescence, and bearing very vague maculations of golden yellow hairs as figured; sides gradually and almost straightly convergent posteriad in basal 3/4, then somewhat abruptly so apicad with faint curving; apices rather narrowly rounded. Pygidium very short, 1.55-1.6 times as long as wide, 1.4 times as long as anal sternite, clothed with infusate pubescence on all over; dorsum without median carina; sides abruptly convergent posteriad with slight curving in basal 7/10, then straightly so apicad; apex relatively, very widely truncate. Anal sternite parabolic, slightly longer than wide, clothed with infusate pubescence on all over, with a large median longitudinal concavity. Front tibiae moderately arcuate in dorsal view, slightly curved downwards in lateral view. Inner spur of hind tibia usually 2.2 times as long as outer one.

Genitalia stocky. Left piece of paramere branching at apical 3/8, sparsely clothed with very long, erect setae on the left side of inner surface; apical lobe almost parallel-sided, the apex moderately rounded. Right piece of paramere with basal part lacking protrusion at the apical site; apical lobe short, knife-shaped, minutely haired; branch arcuate in inner view, distorted at apical 1/3, with a small projection on outer surface before apex which is rather narrowly rounded.

Female. Dorsal surface with pale grayish hairs instead of yellowish one. Elytra apparently maculated by pale grayish hairs as follows: basal *w*-shaped maculation, anterior *x*-shaped one connecting apices of the former, and posterior transverse fascia joining the *x*-shaped macula-



Figs. 1-4. *Glipa karubei* sp. nov. —1. ♂, holotype, 2. ♀, paratype, 3. maculate pattern on pronotum and elytra in male, 4. same in female.



Figs. 5-7. Male genitalia of *Glipa karubei* sp. nov. —5. left piece of paramere in inner view, 6. apical lobe of the same in frontal view, 7. right piece of paramere in inner view. (Scale: 0.5 mm.)

tion along sutural margins. Pygidium shorter, about 1.5 times as long as wide, clothed with infusate pubescence except for the base and basal 7/10 of laterals where is clothed with silvery hairs. Anal sternite trapezoidal, shorter than wide, without excavation; apex broadly, arcuately truncate; surface clothed with whitish hairs on the base. Front tibiae nearly straight in dorsal view.

Body length (incl. head and excl. pygidium): 7.7–8.2 mm in male, 8.8 mm in female.

Type series. Holotype, ♂, Ohkawa, SW Yakushima Is., SW Japan, 19. VII. 1992, H. KARUBE leg. Paratypes: 1 ♂, Koyoji-rindo, SW Yakushima Is., 11. VII. 1972, S. NAGAO leg.; 2 ♂ 1 ♀, same locality and date as the holotype, K. MATSUMOTO leg.

Type depositories. The holotype will be deposited in the National Science Museum (Nat.

Hist.), Tokyo, and paratypes are preserved in my collection.

Range. Yakushima Island, N. Ryukyus, SW Japan.

This new species is very peculiar in the genus, because of having the indistinct elytral maculation of male and very short pygidium with widely truncate apex. It may be somewhat allied to *Glipa iriei* TAKAKUWA from the Ryukyus and Taiwan in the maculate pattern of elytra, but apparently differs from that species in the genitalic features, shorter pygidium without median carina on dorsum, larger black spots of pronotum, and so on.

References

- TAKAKUWA, M., 1977. A new species of the genus *Glipa* LECONTE from the Ryukyu Islands (Mordellidae). *Elytra, Tokyo*, **5**: 9-11.
- 1985. Tribe Mordellini. In KUROSAWA, Y., *et al.* (eds.), *Coleoptera of Japan in Color*, **3**: 376-388. Hoikusha, Osaka. (In Japanese.)

神奈川県立博物館研究報告（自然科学）22号

平成5年1月25日 印刷

平成5年1月31日 発行

発行者 神奈川県立博物館
館長 村上 治

〒231 横浜市中区南仲通5-60
電話 (045) 201-0926
FAX (045) 201-7364

印刷所 株式会社 野毛印刷社

編集担当：高桑正敏

**BULLETIN OF
THE KANAGAWA
PREFECT. MUSEUM
Natural Science No.22**

KANAGAWA PREFECTURAL MUSEUM

Yokohama JAPAN

Jan. 1993