神奈川県を中心としたカワトンボ属の分布

Distribution of Calopterygid Damselflies of the Genus *Mnais* in Kanagawa Prefecture and its Adjacent Areas, Central Japan

苅部治紀 [1)]・守屋博文 [2)]・林　文男 [3)]

Haruki KARUBE[1)], Hirofumi MORIYA[2)] & Fumio HAYASHI[3)]

Abstract. Two closely related species of *Mnais* damselflies, *M. pruinosa* Selys, 1853 and *M. costalis* Selys, 1869 (Odonata: Calopterygidae) are known in Kanagawa Prefecture. The previous studies of DNA sequences of the ITS1 region suggested that another group of *Mnais* is also distributed there. In this study, we sequenced 223-bp of ITS1 of 543 *Mnais* damselflies collected across Kanagawa Prefecture and its adjacent Shizuoka, Yamanashi, Tokyo, and Saitama Prefectures. Morphological measurements were also made for 404 male adult specimens. Obtained sequences consisted of three types, each corresponding to *M. pruinosa*, *M. costalis*, and another one. The last group was distributed in the central part of the studied region, being surrounded by either species, and had intermediate morphologies between the two species. Thus, this group seems to be a hybrid swarm derived from isolation of the past hybrid individuals of the two species. We discuss the possible geographic events in the past that affected the distribution patterns of them.

Key words: *Mnais*, Calopterygidae, hybrid, biogeography

はじめに

日本におけるカワトンボ属 *Mnais* の種分類学的取り扱いについては諸説があったが、Hayashi *et al*. (2004) によって、核 DNA の ITS1 領域の塩基配列と外部形態の解析から 2 種に分類された。その後、この説における学名と和名が整理され、種名はニホンカワトンボ *M. costalis* Selys, 1869 とアサヒナカワトンボ *M. pruinosa* Selys, 1853 とされた（Hämäläinen and van Tol., 2004, 2005; 日本蜻蛉学会和名検討委員会 , 2007）。この研究において日本中から得られた多くの標本に対して、核 DNA である ITS1 領域の塩基を調べる過程で、静岡県伊豆半島から神奈川県および山梨県南東部にかけて、この地域に固有の塩基配列をもつ個体群（伊豆個体群）が見いだされた（Hayashi *et al*., 2004; 林ほか , 2004a, b, 2005）。伊豆半島を中心とするこの地域では、調査した ITS1 領域 223 塩基対のうち 132 番目と 156 番目に変異があり、そこが TA となっているものがニホンカワトンボ、CA となっているものがアサヒナカワトンボ、TG となっているものが伊豆個体群であった。ニホンカワトンボ、アサヒナカワトンボ、および伊豆個体群の 3 者は側所的分布を示す傾向があったが、予備的な調査の段階で、神奈川県では互いに分布が入り乱れ、複雑な様相を示すことが明らかになった。一方、オス成虫の外部形態（頭幅、前翅長、縁紋長、縁紋幅）に関しては、伊豆個体群はニホンカワトンボとは異なるが、アサヒナカワトンボとは区別できないとされている（Hayashi *et al*., 2004）。しかし、調査した伊豆個体群のオス成虫の標本数は 18 と少なく、さらに詳細な比較検討が必要であると考えられた。幼虫の側尾鰓の形態に関し

[1)] 神奈川県立生命の星・地球博物館
〒 250-0031 神奈川県小田原市入生田 499
Kanagawa Prefectural Museum of Natural History
499 Iryuda, Odawara, Kanagawa 250-0031, Japan
苅部治紀：karube@nh.kanagawa-museum.jp

[2)] 相模原市津久井町地域自治区事務所
〒 220-0207 神奈川県相模原市津久井町中野 1681-1
Tsukui Branch Office, Sagamihara City
1681-1 Nakano, Tsukui, Sagamihara, Kanagawa 220-0207, Japan

[3)] 首都大学東京理工学研究科生命科学
〒 192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1
Department of Biology, Tokyo Metropolitan University
1-1 Minami-osawa, Hachioji, Tokyo 192-0397, Japan

ては、伊豆個体群はニホンカワトンボとアサヒナカワトンボの中間的形態を示し、かつ変異幅が大きい傾向がある。そのため、伊豆個体群は、2 種の交雑個体に由来する個体群である可能性が指摘されている（林ら , 2004a）。そこで、本研究では、神奈川県およびその近隣地域におけるこれら 3 グループの詳細な分布パターンの解明を目的とし、本当に側所的分布をするのかどうか、そうであればどこが分布の境界になっているのかを検討した。また、多くのオスの成虫に基づく外部形態の比較を行い、この個体群の形態的特徴についても検討した。

材料および方法

神奈川県、静岡県、山梨県、東京都、埼玉県の 1 都 4 県から採集された合計 543 個体（オス成虫 405 個体、メス成虫 87 個体、幼虫 51 個体）の標本について、ITS1 領域の塩基配列を解析した。塩基配列を解析するために（方法の詳細については Hayashi *et al*., 2004 を参照）、まず、各個体より筋肉部分の組織片を取り、それらからフェノール・クロロホルム法によって全 DNA を抽出した。抽出した DNA から PCR プライマー 5'-TAGAGGAAGTAAAAGTCG-3' と 5'-GCTTAAATTCAGCGG-3' を用い、核 DNA の 5.8S リボソーム RNA を含む ITS 領域を通常の PCR 法によって増幅した。得られた PCR 産物はフィルター（Microcon 100, Millipore）に通して精製した。精製された PCR 産物は、5.8S rRNA 上の中間のリバースプライマー 5'-CCGAGTGATCCACCGTTTAGGAT-3' をシークエンス用プライマーとして、BigDye Terminator Cycle Sequencing FS Kit（Applied Biosystems, USA）を用い、ITS1 領域のシークエンス反応を行った。エタノール沈澱をさせた後、ABI PRISM 377 シークエンサー（Perkin Elmer Biosystems, USA）を用いてそれらの塩基配列を決定した。

オスに関しては、頭幅（左眼の外縁から右眼の外縁まで）、前翅長（左前翅の先端から付け根まで）、縁紋長（左前翅の縁紋部の前縁長，翅脈の幅を含む）、縁紋幅（最も広い部位で翅脈の幅を含む）を測定した。頭幅と前翅長はノギスを用いて 0.05 mm 単位で測定し、縁紋は実体顕微鏡下（10 倍拡大）で接眼マイクロメーターを使用して 0.01 mm 単位で測定した。また、雌雄とも成虫の標本に関して、後胸後腹板の斑紋を調べ、黄白色斑発達型（中央部に向かって左右から黄白色の帯模様が存在する）、黄白色斑欠如型（それが存在しない）、中間型（中央部に向かってわずかに黄白色斑が認められる）という 3 つの型を区別して記録した。ただし、オス成虫 1 個体については標本が破損しており、これらの外部形態に関するデータをとることができなかった。

結果

543 個体全てについて ITS1 領域の塩基配列を解析した結果、Hayashi *et al*. (2004) によって報告されている 132 番目と 156 番目の塩基以外の変異は認められなかった。以下にその同定結果を列挙する（分類群のあとの括弧内には 132 番目と 156 番目の塩基をこの順で示す）。

研究標本

（DNA解析に使用した標本は、首都大学東京に保管）

ニホンカワトンボ（T, A）：36 ♂ 7 ♀ 9 幼虫

【神奈川県】1 幼虫，2003.2.5，川崎市麻生区黒川（柾一成 ）．1 幼虫，2003.2.21，横浜市緑区三保（苅部治紀）．1 幼虫，2003.3.5，綾瀬市吉岡東（二橋亮・苅部治紀）．3 ♂ 1 ♀, 2004.5.17, 綾瀬市早川湧水地（苅部治紀）． 4 ♂, 2003.4.29，相模原市陽光台（田口正男）．1 ♂，2004.5.15，相模原市田名塩田（守屋博文）．1 ♀，2004.5.15，相模原市磯部勝坂（守屋博文）．4 ♂ 1 ♀，2004.5.15，相模原市上溝虹吹（守屋博文）．1 幼虫，2003.3.5，藤沢市石川（苅部治紀）． 3 ♂，2005.5.5，平塚市土屋（苅部治紀）．1 ♂ 1 ♀，2004.5.19，平塚市上吉沢（苅部治紀）． 2 ♂ 1 ♀，2004.5.19，大磯町寺坂観音寺上（苅部治紀）．2 ♂，2004.6.15，大磯町虫沢（苅部治紀）．1 幼虫，2003.2.9，二宮町一色（柾一成・野崎隆夫 ）．3 ♂，2004.5.11，二宮町一色鉄砲田（槐真史）．4 ♂，2005.5.3，中井町松本中村川水系谷戸（苅部治紀）．1 幼虫，2003.2.19，中井町雑色中村川（苅部治紀）．1 幼虫，2002.10.26，秦野市菖蒲四十八瀬川（杉崎）．1 幼虫，2003.1.6，秦野市三廻部四十八瀬川才戸橋（洲之瀬伸光）．2 ♂ 1 ♀，2005.6.1，秦野市千村（苅部治紀）．2 ♂ 1 ♀，2004.5.19，小田原市沼代（苅部治紀）．1 ♂，2005.6.1，松田町向山酒匂川左岸用水（苅部治紀）．1 幼虫, 2003.2.10, 南足柄市沼田（苅部治紀）．

【東京都】1 ♂，2000.6.6，稲城市坂浜南の谷（林友彦）．1 ♂，1996.5.31，八王子市長沼公園（須田真一）．1 ♂，2003.6.7，町田市上小山田町小山田（田口正男）．

【埼玉県】1 ♂，2000.7.1，富士見市諏訪（鵜飼貞行）．

アサヒナカワトンボ（C, A）：214 ♂ 47 ♀ 25 幼虫

【神奈川県】1 幼虫，2003.1.8，横浜市磯子区大岡川氷取沢（金田彰二）．1 ♂，1983.3.20 羽化，横浜市栄区いたち川瀬上沢（金田彰二）．1 幼虫，2003.1.16，逗子市池子舞台橋（洲澤譲）．1 ♂，2001.4.27，逗子市久木（土畑重人）．1 幼虫，2003.1.14，葉山町森戸川（洲之内伸光）．5 ♂ 1 ♀，2002.4.24，葉山町森戸川（松尾洋）．1 幼虫，2003.1.21, 葉山町木古庭下山川不動橋(洲之内伸光)．1 ♂，2005.5.14，横須賀市前田川（川島逸郎）．1 ♂，2006.5.31，横須賀市秋谷前田川（苅部治紀）．2 ♂ 1 ♀，2005.5.14，横須賀市野比字谷戸ノ田（川島逸郎）．1 ♀，2006.5.30，横須賀市津久井（苅部治紀）．4 ♂，2005.5.14，三浦市南下浦町菊名水間様（川島逸郎）．5 ♂，2006.5.31，三浦市三戸神田（苅部治紀）．3 ♂，2006.5.31，三浦市小網代（苅部治紀）．1 幼虫，2003.2.25，鎌倉市十二所吉沢川（齋藤慎哉）．5 ♂，2005.5.1，鎌倉市山崎（苅部治紀）．3 ♂ 1 ♀，2005.5.1，鎌倉市腰越広町緑地（苅部治紀）．2 ♂，2007.6.6，藤沢市川名湧水（尾園亜美）．1 幼虫，2003.3.5，愛川町平山（苅部治紀）．1 ♂，2004.5.26，愛川町平山橋（苅部治紀）．1 幼虫，2003.2.8，愛川町尾山中津川（窪田迅郎）．5 ♂，2004.5.26，愛川町尾山河原（苅部治紀）．1 ♂ 1 ♀，2006.6.14，愛川町田代道ノ入沢（藤田裕）．3 ♂，2006.5.12，愛川町半原塩川添（藤

田裕）．1♂，2004.5.31，愛川町半原細野（苅部治紀）．2♂，2004.5.31，愛川町半原宮沢（苅部治紀）．4♂1♀，2004.5.26，愛川町角田（苅部治紀）．5♂，2005.6.17，愛川町三増栗沢（藤田裕）．1♂，2004.6.7，愛川町八菅尾山（苅部治紀）．1♂，2006.6.3，愛川町八菅尾山（苅部治紀）．1♂，2006.5.29，愛川町八菅山いこいの森大沢上流（藤田裕）．2♂1♀，2006.5.29，愛川町棚沢 - 八菅山大沢（藤田裕）．2♂1♀，2005.6.17，愛川町志田沢（藤田裕）．4♂，2005.6.7，厚木市上荻野陽福寺岩倉沢（苅部治紀・藤田裕）．1♂，2004.5.29，厚木市上荻野陽福寺（苅部治紀）．1♂，2004.5.29，厚木市上荻野大厚木カントリークラブ横（苅部治紀）．4♂1♀，2004.5.29，厚木市上荻野老人ホーム敬和荘前（苅部治紀）．1幼虫，2003.3.5，厚木市中荻野（二橋亮・苅部治紀）．3♂2♀，2004.5.29，厚木市中荻野無道谷（苅部治紀）．1♂，2005.6.21，厚木市中荻野運動公園北（苅部治紀）．1♂，2005.6.7，清川村舟沢小鮎川支流（苅部治紀・藤田裕）．1♀，2004.6.7，相模湖町若柳（苅部治紀）．1♂2♀, 2005.6.9, 相模湖町関口石老山入口（苅部治紀）．1♀，2003.5.5，相模湖町奥畑（林文男）．1♂1♀，2005.6.8，相模湖町美女谷（苅部治紀）．1♂，2003.5.18，城山町雨降（田口正男）．1幼虫，2002.11.11，城山町川尻小松（守屋博文）．1幼虫，2002.12.4，城山町小松橋（洲之内伸光）．2♂1♀，2004.5.15，城山町葉山島明音寺相模川右岸流入河川（守屋博文）．1♀，2004.5.15，城山町葉山島藤木（守屋博文）．1幼虫，2002.11.11，城山町葉山島藤木（守屋博文）．6♂，2004.5.15，津久井町青山青山川（守屋博文）．2♂，2007.6.4，津久井町梶野（苅部治紀・尾園暁）．2♂，2007.6.4，津久井町下原（苅部治紀・尾園暁）．8♂2♀，2005.6.7，津久井町鳥屋谷戸（苅部治紀・藤田裕）．1♂1♀，2004.5.15，津久井町鳥屋西門串川（守屋博文）．1♂，2005.6.7，津久井町鳥屋御判場橋（苅部治紀）．1♂，2005.6.7，津久井町鳥屋東陽寺横（苅部治紀）．1♂，2005.6.7，津久井町鳥屋道場（苅部治紀）．4♂1♀，2004.5.15，津久井町中野大沢（大沢川）（守屋博文）．4♂1♀，2004.5.26，津久井町長竹三増峠北（苅部治紀）．6♂，2004.5.31，津久井町韮尾根（苅部治紀）．1♂，2007.6.4，津久井町西沢上流（苅部治紀・尾園亜美）．6♂，2004.5.15，津久井町根小屋稲生（守屋博文）．1♂，2007.6.4，津久井町東開戸（苅部治紀・尾園暁）．1♂, 1997.6.29, 藤野町上沢井（福井順治）．4♂, 2005.6.7, 藤野町上沢井沢井川（苅部治紀･藤田裕）．1♂, 2005.6.7，藤野町石砂山中沢（藤田裕）．1♂，2007，藤野町綱子（苅部治紀）．1♂1♀，2007，藤野町篠原（苅部治紀）．1♂1♀, 2001.6.2, 藤野町沢井川（庄子恭平）．

【静岡県】1♀, 1999.5.30, 富士市今泉（八木孝彦）．1♂, 1996.6.16，富士市比奈（福井順治）．2♂，2002.6.8，蒲原町小金（福井順治）．1幼虫，2002.3.9，川根町家山（加藤哲男）．1♂, 2002.5.18, 菊川町下倉沢(福井順治)．1♀, 2002.4.3 羽化，掛川市黒俣（加藤哲男）．1♂，2002.5.12，春野町長沼（加藤哲男）．1幼虫，2001.12.29，森町百古里川源流部（加藤哲男）．1幼虫，2001.12.23，森町中村（加藤哲男）．1♂，2002.4.28，森町大上（加藤哲男）．1幼虫，2002.1.1，豊岡村蛙（加藤哲男）．1♂，2002.5.18，天竜市米沢（加藤哲男）．1♂, 1999.5.8, 浜松市和合村（八木孝彦）．1幼虫，2002.2.24，湖西市大知波（加藤哲男）．

【山梨県】7♂4♀，1997.6.29，上野原町芦垣（加藤哲男）．1♂1♀，2006.5.21，上野原町ゆずりはら（林文男）．1♂1♀，2006.5.21，上野原町芦瀬（林文男）．1♂，2005.6.7，大月市七保町用沢（林文男）．1♂1♀，2006.5.24，大月市七保町下和田（林文男）．1♂1♀，2005.6.1，大月市梁川町斧窪（林文男）．1♂，1999.5.30，塩山市神戸（八木孝彦）．3♂，2006.6.4，塩山市福生里（林文男）．3♂1♀，2006.6.4，塩山市平沢竹森川（林文男）．1幼虫，2002.11.30，上九一色村本郷芦川支流寺川（加藤哲男）．1♂，1996.6.15，甲府市下積翠寺（八木孝彦）．1幼虫, 2002.11.30, 豊富村水上（加藤哲男）．1幼虫，2002.11.30，三珠町畑熊芦川本流部（加藤哲男）．1幼虫，2002.11.10，市川大門町芦久保帯那川（加藤哲男）．1♂，1996.6.16，白根町塩前（八木孝彦）．1♂，2006.5.24，大月市富浜町鳥沢円福寺横（林文男）．3♀，2006.5.24，大月市富浜町鳥沢円福寺下（林文男）．2♂，2002.6.1，白州町上教来石（林文男）．1♂，1995.6.25，小淵沢町上久保（福井順治）．2♂，2006.6.19，三富村西ノ平（林文男）．6♂，2006.6.19，三富村雷川（林文男）．1♂，2002.6.16，身延町塩之沢（林文男）．

【東京都】1幼虫，2002.11.10，八王子市西寺方町元木橋（喜多英人・二橋亮・土畑重人）．1♂，2002.6.8，八王子市廿里町（林文男）．1♂，1999.7.17，八王子市廿里町（林文男）．2♂，2008.5.6，八王子市城山手陵東公園（林文男）．2♂，2003.6.7，八王子市上恩方村黒沼田（田口正男）．1♂，2002.5.4，八王子市裏高尾町小仏川（土屋香織）．1♂，2000.5.14，八王子市裏高尾町日影沢（土畑重人）．1♂，2003.5.11，八王子市裏高尾町日影（田口正男）．1幼虫，2002.11.10，あきる野市上菅生鯉川（喜多英人・二橋亮・土畑重人）．1♂，2003.5.22，あきる野市養沢センター（林文男）．1♂，2003.5.22，あきる野市十里木養沢川下流（林文男）．1♂1♀，2007.5.27，日の出町細尾（林文男）．1♂，2007.5.27，日の出町東細尾（林文男）．2♂，2007.5.27，日の出町つるつる温泉～白岩滝入り口（林文男）．2♂1♀，2007.5.27，日の出町つるつる温泉（林文男）．1♂，2007.5.27，日の出町白岩滝入り口（林文男）．1♂，2007.5.27，日の出町慶福時（林文男）．1幼虫，2002.11.10，青梅市二俣尾（二橋亮・喜多英人・土畑重人）．1♂，1996.5.25，青梅市大荷田川（須田真一）．1幼虫，2002.11.10，青梅市小曽木（二橋亮・土橋重人）．1♂，2005.5.17，青梅市御岳山綾広の滝（不明）．2♂, 2006.6.29, 檜原村藤倉白岩沢（林文男）．2♂, 2006.6.29，檜原村払沢の滝（林文男）．1♂，2007.6.3，檜原村南郷出野沢（林文男）．1♂1♀，2007.6.3，檜原村南郷熊倉沢下（林文男）．2♂2♀，2007.6.3，檜原村南郷熊倉沢上（林文男）．1♀，2004.7.9，奥多摩町大丹波川上流（林文男）．

【埼玉県】5♂，2006.6.1，飯能市正丸（林文男）．1幼虫，2002.10.31，東松山市上唐子（中野あゆみ）．2♀，2006.6.1，日高市武蔵横手（林文男）．2♂，2002.6.9，寄居町末野（土畑重人・新井裕）．1♂，2006.6.1，大滝村三峰口（林文男）．

伊豆個体群（T, G）：155 ♂ 32 ♀ 17 幼虫
【神奈川県】1 ♂，2007.6.4，藤野町綱子（苅部治紀）．1 ♂，2005.6.7，藤野町石砂山中沢（藤田裕）．1 幼虫，2002.12.16，津久井町道場串川（洲之内伸光）．1 ♂，2004.5.15，津久井町鳥屋松茸山水沢川（守屋博文）．1 ♂，2005.6.7，津久井町鳥屋平戸（苅部治紀・藤田裕）．3 ♂，2007.6.4，津久井町東開戸（苅部治紀・尾園暁）．1 ♂，2004.5.31，愛川町半原細野（苅部治紀）．1 幼虫，2003.3.5，厚木市七沢（二橋亮・苅部治紀）．3 ♂ 1 ♀，2004.5.29，厚木市上古沢厚木霊園横（苅部治紀）．2 幼虫，2002.12.29，伊勢原市日向薬師（土畑重人）．6 ♂，2004.5.29，伊勢原市日向薬師日向川（苅部治紀）．4 ♂ 1 ♀，2004.5.29，伊勢原市日向諏訪坂下（苅部治紀）．2 ♂，2006.5.10，伊勢原市善波川支流勝興寺横（苅部治紀）．2 幼虫，2003.3.5，清川村柿ノ木平（二橋亮・苅部治紀）．1 ♂，2004.5.29，清川村本谷大門嵐沢（苅部治紀）．3 ♂ 2 ♀，2005.6.7，清川村舟沢小鮎川支流（苅部治紀・藤田裕）．3 ♂，2004.5.29，清川村煤ヶ谷谷太郎川（苅部治紀）．1 ♂，2005.6.7，清川村煤ヶ谷別所温泉（苅部治紀）．1 幼虫，2002.12.20，秦野市蓑毛金目川（洲之内伸光）．1 ♂ 1 ♀，2006.5.10，秦野市横野唐沢川（苅部治紀）．3 ♂，2006.5.10，秦野市菩提山内橋（苅部治紀）．2 ♀，2006.5.10，秦野市菩提葛葉川（苅部治紀）．2 ♂ 1 ♀，2005.6.1，秦野市名古木（苅部治紀）．2 ♂，2005.6.1，秦野市寺山中丸橋（苅部治紀）．2 ♂ 1 ♀，2006.5.10，秦野市鶴巻弘法山石座神社谷戸（苅部治紀）．4 ♂，2004.6.8，松田町寄虫沢（苅部治紀）．2 ♂，2005.6.1，松田町向山酒匂川左岸用水（苅部治紀）．2 ♂ 1 ♀，2005.5.26，山北町向原尺里川（苅部治紀）．2 ♂，2006，山北町師山酒匂川右岸 61（苅部治紀）．2 ♂，2006，山北町師山酒匂川右岸 60（苅部治紀）．2 ♂ 1 ♀，2005.5.26，山北町人遠皆瀬川（苅部治紀）．3 ♂，2005.5.26，山北町峠畑沢（苅部治紀）．1 ♂ 1 ♀，2005.5.26，山北町大野山イマン沢（苅部治紀）．2 ♂ 2 ♀，2005.5.8，南足柄市三竹（苅部治紀）．1 幼虫，2003.2.10，南足柄市地蔵堂（苅部治紀）．4 ♂，2005.5.2，南足柄市関本見沢川（苅部治紀）．1 ♂，2006.5.6，南足柄市怒田（苅部治紀）．2 ♂ 2 ♀，2004.6.2，南足柄市怒田池の窪洞川上流（苅部治紀）．3 ♂ 1 ♀，2004.5.12，南足柄市広町上総川（苅部治紀）．4 ♂，2004.6.2，南足柄市塚原矢指場（苅部治紀）．1 ♂，2002.6.4，南足柄市内山（小林貞）．1 幼虫，2003.2.18，小田原市入生田（苅部治紀）．3 ♂ 1 ♀，2004.5.3，小田原市久野坊所坊所川（苅部治紀）．2 ♂，2004.5.19，小田原市久野坊所坊所川（苅部治紀）．3 ♂，2004.5.19，小田原市久野船原九野川（苅部治紀）．2 ♂，2004.6.12，小田原市上水之尾（苅部治紀）．3 ♂，2004.6.15，小田原市入生田（高桑正敏）．3 ♂，2004.5.17，小田原市根府川白糸川（苅部治紀）．1 幼虫，2003.1.29，箱根町仙石原早川（洲之内伸光）．1 幼虫，2003.2.18，箱根町仙石原（苅部治紀）．4 ♂，2004，箱根町仙石原湿原（苅部治紀）．2 ♂ 1 ♀，2004.5.28，箱根町畑宿（苅部治紀）．1 ♂，2004.5.28，箱根町小涌谷千尋の滝（苅部治紀）．1 幼虫，2003.1.22，湯河原町藤木川蛇態沢（洲澤譲）．1 幼虫，2003.1.25，湯河原町新崎川幕山大石平（洲之内伸光）．
【静岡県】1 ♂，2006.4.24，熱海市泉中沢林道（勝山輝男）．1 ♂，1994.5.29，伊東市十足（福井順治）．1 ♂，1992.5.3，修善寺町大沢（福井順治）．1 ♂，1992.6.21，中伊豆町万城の滝（福井順治）．1 ♂, 2005.5.19, 天城湯ヶ島町猫越（林文男）．1 ♂，2005.5.19，天城湯ヶ島町湯ヶ島温泉（林文男）．1 ♂ 1 ♀，2008.7.12，河津町上佐ヶ野林道（高桑正敏）．4 ♂，2002.8.31，清水町柿田川（野崎隆夫）．1 幼虫，2003.3.1，清水町柿田川（野崎隆夫）．1 ♂，1996.6.16，富士市須津（福井順治）．
【山梨県】4 ♂ 1 ♀，2005.6.12，上野原町飯尾鶴川（林文男）．2 ♂ 3 ♀, 2006.6.29, 小菅村川久保宮川(安野瀬礼那)．2 ♂，2005.6.12，小菅村（林文男）．1 ♀，2006.7.22，丹波山村丹波貝沢川（林文男）．3 ♂ 1 ♀，2005.6.7，大月市七保町用沢（林文男）．1 ♂，1997.6.29，大月市笹子町白野滝子沢（福井順治）．1 ♂，2006.5.24，大月市富浜町宮谷川上流（林文男）．1 ♂ 1 ♀，2005.6.1，大月市梁川町立野月尾根沢（林文男）．1 ♂ 1 ♀，2004.7.3，道志村長又鳥屋沢（林文男）．2 ♂，2007.8.5，道志村善之木西沢菰釣山北麓（苅部治紀）．2 ♂，2007.6.16，道志村室久保川上流湯花ノ湯（藤田裕）．2 ♂ 1 ♀，2007，道志村田代（苅部治紀）．2 ♂, 2002.6.16, 都留市鹿留（河瀬直幹）．1 ♂，2002.7.18，大和村日川少し下（松尾洋，土屋香織）．1 ♂，2002.7.18，大和村日川（松尾洋，土屋香織）．3 ♂，2002.7.3，大和村日川（松尾洋）．2 ♂ 1 ♀，2005.6.8，勝沼町中原大滝川（林文男）．1 幼虫，2002.11.10，八代町奈良原(加藤哲男)．1 幼虫, 2002.11.10, 芦川村鶯宿入沢(加藤哲男)．1 ♂，1995.7.8，芦川村鶯宿入沢（福井順治）．1 幼虫，2002.11.30，上九一色村本郷芦川支流寺川（加藤哲男）．
【東京都】1 ♂, 2006.6.29, 檜原村藤原惣角沢(林文男)．1 ♂，2006.6.10，檜原村笛吹森沢（林文男）．2 ♂，2006.6.29，檜原村倉掛白岩沢（林文男）．1 ♂ 1 ♀，2006.6.10，檜原村数馬(林文男)．3 ♂, 2006.6.20, 奥多摩町三沢峰谷川(安野瀬礼那，林文男)．4 ♂，2006.6.20，奥多摩町下り峰谷川（安野瀬礼那，林文男）．1 ♂ 1 ♀，2006.6.20，奥多摩町下り - 三沢峰谷川（安野瀬礼那，林文男）．

アサヒナカワトンボ×伊豆個体群（C/T, A/G）：1 ♀
【神奈川県】1 ♀，2004.5.29，厚木市上荻野陽福寺（苅部治紀）．

神奈川県内の既知産地のうち，絶滅したと考えられる地点
川崎市麻生区柿生 ; 多摩区生田緑地，溝ノ口～梶ヶ谷，登戸 ; 横浜市緑区道正 ; 旭区 ; 瀬谷区瀬谷町，二ツ橋町，戸塚区岡津町，上白根町

神奈川県内の既知産地のうち，調査できなかった地点
旭区大池町, 矢指町, 横須賀市衣笠山 ; 長坂沢山池 ; 野比 ; 長沢 ; 武三丁目 ; 鷹取山，三浦市江奈，山北町水の木沢

分布様式
今回の調査結果から、ニホンカワトンボ、アサヒナカワトンボ、伊豆個体群は、それぞれほぼ側所的に分布することが明らかとなった（図 1）。また、アサヒナカワ

トンボと伊豆個体群の分布境界線上にある厚木市上荻野で，それらの交雑個体が得られた。埼玉県から静岡県に至る今回の調査域においては、ニホンカワトンボは、埼玉県および東京都の平野部から神奈川県海岸部の平野部まで分布することが明らかになった（図 2）。

以下に既知産地のほぼ全てを調査し、詳細が明らかに

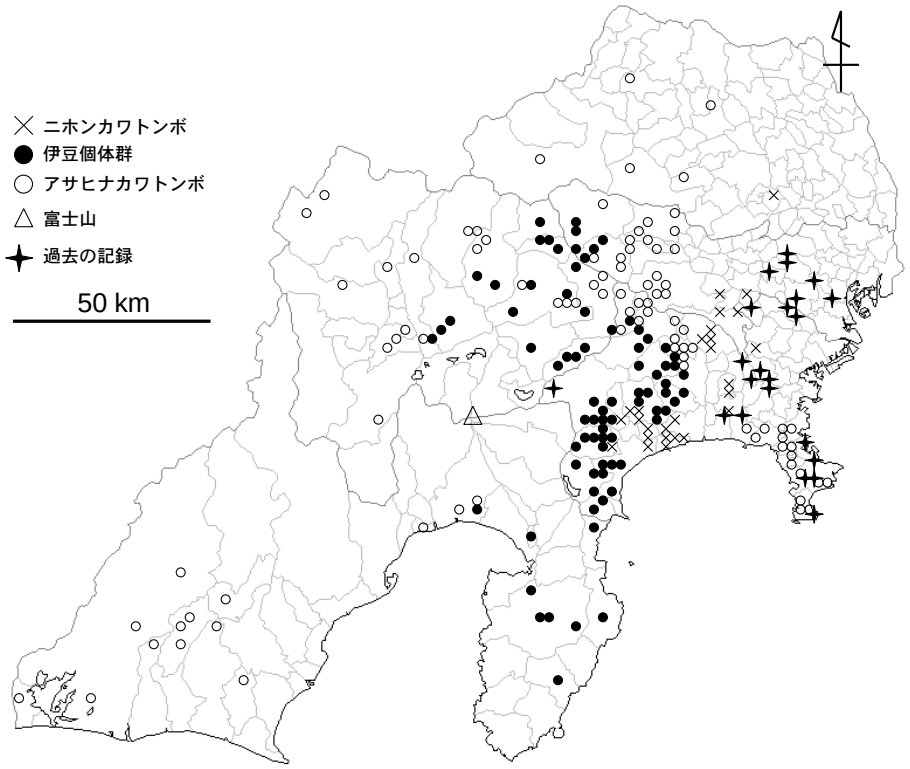

図 1. 埼玉県、東京都、神奈川県、静岡県、山梨県におけるニホンカワトンボ *Mnais costalis*、アサヒナカワトンボ *M. pruinosa*、および両種の交雑由来集団と考えられる伊豆個体群の分布．図中の線は行政区を示す．東京都における過去の記録については、オカザキ（1930）、Asahina（1976）、日置ほか（2000）、須田（2002）に基づく．

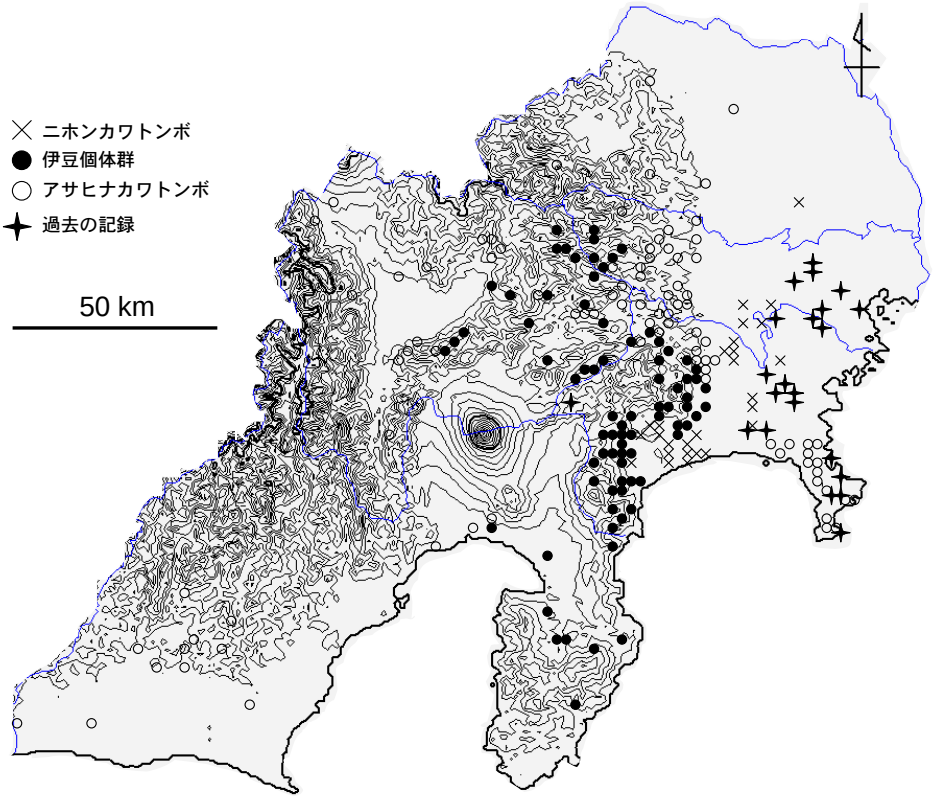

図 2. 埼玉県、東京都、神奈川県、静岡県、山梨県におけるニホンカワトンボ *Mnais costalis*、アサヒナカワトンボ *M. pruinosa*、および両種の交雑由来集団と考えられる伊豆個体群の分布．図中の線は 200 m 間隔の等高線を示す．

なった神奈川県内の分布について述べる。神奈川県内では、ニホンカワトンボは、多摩丘陵、相模原台地を南下し、相模川以西では相模湾沿岸に位置する大磯丘陵ぞいに酒匂平野まで西に分布を広げている。本種は、県東部では徹底した都市開発のため、産地は市民の森などの保全緑地の源流部に残存している状況で、過去に記録された産地の多くで絶滅していた。横浜市西部、川崎市南西部，藤沢市西部境川流域などの記録地は、現在の分布状況から判断して、ニホンカワトンボの分布域だったものと考えられる。同様に、東京都東部の分布域（すべて絶滅）もニホンカワトンボであったものと考えられる。なお、県東南部の三浦半島においては、県北部の旧藤野町を中心に分布するアサヒナカワトンボが隔離分布しており、これは、半島先端部から半島基部の円海山周辺まで分布を広げており、柏尾川南岸の鎌倉市腰越と藤沢市川名清水が分布の西限になっている。ニホンカワトンボ分布域である藤沢市石川とアサヒナカワトンボ分布地の藤沢市川名清水とは 10 キロほど離れている。現状から判断すると、この両種の境界は、南北に流れる柏尾川ー境川ー引地川の間に存在したはずだが、この間の地域は現在では都市化が著しくカワトンボ類の生息は確認できなかった。

ニホンカワトンボの分布域は、相模川を渡り西に延びる。大磯丘陵は本種の分布圏であり、丘陵北部では、金目川と四十八瀬川を結ぶ線以南がその分布域となり、その北部には近接して伊豆個体群が分布する。なお、ニホンカワトンボは大磯丘陵の西端まで確認された一方、酒匂平野では記録がなく、ほぼ酒匂川左岸が分布限界といえるが、１箇所だけ右岸の丘陵末端部の南足柄市沼田に生息地がある。この酒匂川右岸の丘陵地末端部も開発が著しく、この沼田以外には、現在生息できる環境が残っていない。右岸でもやや標高の高い丘陵部には伊豆個体群が広く分布するが、かつては沼田以外の右岸にも広くニホンカワトンボが分布していた可能性も考えられ、沼田の生息地はその残存と見ることもできよう。ニホンカワトンボの遺存的に見える分布は、伊豆個体群の進出と排除によるものと考えることもできる。

一方、伊豆個体群は、伊豆半島から箱根・丹沢山地ぞいに分布を広げており、前述のように、大磯丘陵北部でニホンカワトンボと分布を接しながら、県北部に達し、小鮎川南岸まで達する。中津川水系はアサヒナカワトンボの分布域となり、南部の標高 600 m程度の山塊が分水嶺かつ両者の分布境界となる。伊豆個体群の分布の北端は、県内では串川上流部、道志川南部の一角でアサヒナカワトンボと分布を接しながら終わっているように見えるが、実際には山梨東部、東京北西部まで、アサヒナカワトンボと複雑に入り組んだ形で分布している。

アサヒナカワトンボは、前記した三浦半島のほか、県北部では相模湖以北の旧藤野町から旧相模湖町北部をとおり、東は旧城山町城山ダム周辺まで、相模湖南部では、石砂山、旧相模湖町南部、津久井湖南部をとおり、相模川右岸ぞいに、中津川流域の厚木市中荻野まで分布する。この分布圏の南端では、各所で伊豆個体群との混生が確認されていることは既述のとおりである。ニホンカワトンボとは、大きくは相模川を境に東側がニホンカワトンボ、西側がアサヒナカワトンボとなる。城山町城山ダムから八王子市長沼までの間にその分布境界が存在する（した）はずだが、この地域も都市化が著しい地域で調査は困難になっている。おそらく城山ダムを含む境川上流域がアサヒナカワトンボ、その下流はニホンカワトンボとなり、集水域の異なる多摩丘陵東側の多摩川水系は、ニホンカワトンボの分布域ではないかと考えられるが、これは今後の詳細調査を待ちたい。

なお、分布接点付近では、同所的な分布も確認されており、境界部である松田町の酒匂川の左岸用水路ではニホンカワトンボと伊豆個体群が、愛川町半原細野と津久井町鳥屋周辺、藤野町石砂山中沢ではアサヒナカワトンボと伊豆個体群の両グループがそれぞれ同所的に見つかっている。

カワトンボ類の分布の空白域や非常に個体密度が薄い地域と地史の関係については、考察の部分で述べる。

神奈川を中心としてもう少し広い範囲を概観すると(図 2)、伊豆個体群は、伊豆半島から山梨県東部を越えて東京都西部にまで分布している。富士山は火山性土壌のために、降雨は地下深くに浸透して伏流してしまうため、山麓部を除いて水系が未発達である。そのため、カワトンボ属の分布の空白地が形成されている。伊豆個体群は、その富士山の東部を迂回するようにおよそ 200 m の等高線にそって分布域が北へ伸び、西は甲府盆地の縁まで、北は多摩川水系の最上流部にまで達している。アサヒナカワトンボは、神奈川県中北部から伊豆個体群を取り囲むように富士山西部山麓にかけて分布する。

同一水系にも、アサヒナカワトンボと伊豆個体群の両方が認められることが多い。例えば、多摩川では、浅川水系にはアサヒナカワトンボのみが生息するが、秋川水系では南秋川と北秋川の上流部にそれぞれ伊豆個体群が入り込んでいる。また、本流では奥多摩湖周辺より上流部に伊豆個体群が見いだされる。

外部形態

オスの翅色に関しては、ニホンカワトンボでは 21 個体（58.3%）が無色型、15 個体（41.7%）が部分有色型、アサヒナカワトンボでは 139 個体（65.0%）が無色型、75 個体（35.0%）が部分有色型であった。伊豆個体群においても，94 個体（60.6%）が無色型、61 個体（39.4%）が部分有色型であった。メスの翅色に関しては、ニホンカワトンボ（7 個体）、アサヒナカワトンボ（47 個体）、伊豆個体群（32 個体）のいずれもが無色型であった。アサヒナカワトンボと伊豆個体群の雑種第 1 代と考えられるメス（1 個体）も無色型であった。

表 1. 各集団の雌雄の成虫の後胸後腹板の黄白色斑の発達の程度.

性	集団	黄白色斑			計
		発達型	中間型	欠如型	
オス	ニホンカワトンボ	4	1	31	36
	伊豆個体群	12	7	136	155
	アサヒナカワトンボ	160	11	42	213
メス	ニホンカワトンボ	0	0	7	7
	伊豆個体群	0	0	32	32
	アサヒナカワトンボ	20	6	21	47

表 2. ニホンカワトンボ、アサヒナカワトンボ、伊豆個体群のオス成虫の外部形態.

集団	測定値	頭幅 (mm)	前翅長 (mm)	前翅長/頭幅	縁紋長 (mm)	縁紋幅 (mm)	縁紋長/縁紋幅
ニホンカワトンボ	平均値	6.16	37.83	6.14	1.57	0.76	2.08
	個体数	36	36	36	36	36	36
	標準偏差	0.18	1.62	0.18	0.22	0.06	0.36
伊豆個体群	平均値	6.39	38.23	5.98	1.48	0.79	1.86
	個体数	155	155	155	153	153	153
	標準偏差	0.20	2.01	0.20	0.21	0.07	0.22
アサヒナカワトンボ	平均値	6.21	37.03	5.96	1.40	0.80	1.75
	個体数	212	213	212	213	213	213
	標準偏差	0.22	1.87	0.18	0.22	0.06	0.25
分散分析（ ANOVA）	P	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0014	<0.0001

アサヒナカワトンボでは頭幅について 1 個体の、伊豆個体群では縁紋について 2 個体の欠測値がある.

後胸後腹板の斑紋に関しては、ニホンカワトンボと伊豆個体群では黄白色斑欠如型が多く、アサヒナカワトンボでは発達型が多い傾向があった（表 1)。アサヒナカワトンボと伊豆個体群の雑種第 1 代と考えられるメス（1 個体）では黄白色斑発達型であった。

オスの頭幅、前翅長、縁紋長、縁紋幅に関しては、ニホンカワトンボ 36 オス、伊豆個体群 155 オス、アサヒナカワトンボ 213 オスの測定結果から、この順で、前翅長／頭幅比は 6.14、5.99、5.96 と小さくなり、縁紋長／縁紋幅比も 2.08, 1.86, 1.75 とやはり小さくなった（表 2)。つまり、伊豆個体群はニホンカワトンボとアサヒナカワトンボの中間的形態を示した。

考察

ITS1 の塩基配列に基づく 2 種の区別が行われる前の報告であるが、神奈川県におけるカワトンボ属の分布については、小口（1996）の詳細な報告がある。そこで示されているように、1 都 4 県からなる今回の調査範囲でも、ニホンカワトンボ、アサヒナカワトンボ、伊豆個体群のいずれにおいてもオスには無色型と部分有色型の翅色多型があるが、メスには無色型のみしか見いだされなかった。また、後胸後腹板の斑紋に関しても、全体としてはニホンカワトンボと伊豆個体群に類似性が認められたが、同種の同一地域集団内にも個体差がみられ、この形質は種間の差異を反映していないと考えられる。

小口（1996）では、丹沢箱根群、三浦丘陵群、藤野群の 3 集団が区別されている。それら 3 群の分布の境界については今回の結果とは異なるが、およそ、丹沢箱根群が伊豆個体群に、三浦丘陵群がアサヒナカワトンボの三浦半島集団に、藤野群がアサヒナカワトンボに相当すると考えられる。また、丹沢箱根群とされているもののうち、平塚市土屋、藤沢市遠藤、藤沢市石川、横浜市緑区の集団がニホンカワトンボであると推定される。

このような神奈川県内のカワトンボ類の分布は、地史の影響をかなり反映していると考えられる。まず、カワトンボ類全般に言える大きな特徴は、沖積平野には分布しない、ということである（図 3、4)。湘南から相模川中流にかけての空白域、酒匂平野の空白域や横浜・川崎市東部の空白域は、地質図から見るとすべて沖積平野であり（松島・平田 , 1988)、これはカワトンボ類の分布空白域とよく一致する。海進や火山灰などのさまざまな地学的なイベントの影響で分布を縮小した個体群が、再度あるいは新たに分布を拡大することで現在の分布域が形成されてきたわけだが、その際にも沖積平野には進出していないことは興味深い。現在の沖積平野は、6000 年前の縄文海進の際に海中に没した地域が主であり、6000 年ではその打撃から回復していないといえよう。一方、三浦半島先端部は 8 万年前の亜間氷期には海中にあったが、その後の隆起で現在海岸段丘となっている地域（三崎台地）で、アサヒナカワトンボが進出している。また、分布の欠如や非常に個体密度が薄い地域として、西丹沢の南面が挙げられる。この地域では、隣接した箱根地域などのカワトンボ生息地と概観の良く似た渓流域での度重なる調査でも、まったく確認できない地域が広く存在した。西丹沢北面の道志川流域では、カワトンボ類は他地域と比較すると少ない印象はあるが、広く見られる。今のところ、この地域のカワトンボ類の欠落原因については不明である。

カワトンボ類において注目される分布のひとつは、三

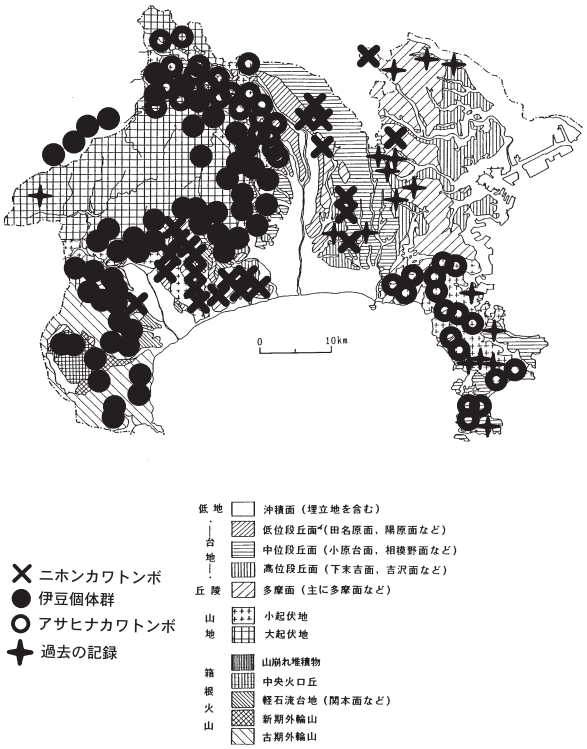

図 3. 神奈川県におけるカワトンボ類の分布図．地形分類図（松島・平田 , 1988）との重ね合わせ.

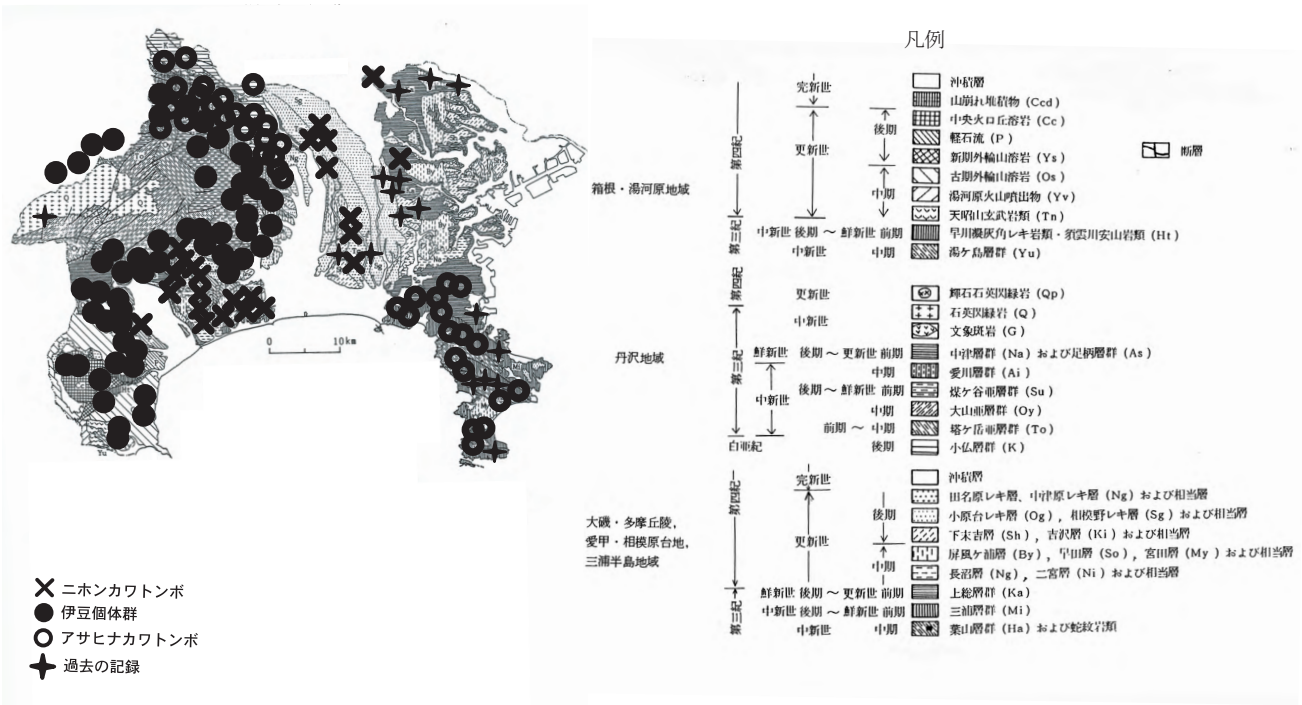

図 4. 神奈川県におけるカワトンボ類の分布図．地質図（松島・平田 , 1988）との重ね合わせ.

浦半島におけるアサヒナカワトンボの隔離分布であり、これはいくつかの仮説で説明できよう。ひとつは、この地域が過去の海進、海退の影響を強く受け、繰り返し本州から切り離されて島になった歴史が影響しているのではないかということである。三浦半島は、継続する隆起運動によって海底が隆起してできた陸地である。深い海底から浅い海底となり、やがて氷期の海水面の低下によって陸となるようになった。そして、間氷期の海進でも島状に残り、完全に海中に没しなくなったのは、約 50 万年前の間氷期以降と考えられる（貝塚ほか , 1963）。その後も間氷期は約 10 万年周期で訪れ、各海進の海水面の高さにはばらつきがあったものの、海中に没することはなかったと推定されている（貝塚ほか , 2000）。その後、約 12 万年前の間氷期以降は、さらなる隆起運動のため標高が高まり、縄文海進をもたらした間氷期でも、島とはならずに半島を形成し、今日に至っている。アサヒナカワトンボは、分布図から見て、海進時にも島として残るような地域に生息している。もともと広く分布していた種が、こうした隔離効果により、現在の三浦半島に残存してきたと考えることで、特異な遺存分布の説明ができよう。なお、8 万年前の亜間氷期に海に覆われた半島先端部は、その後の陸化に伴い、半島基部に残存した個体が分布を広げたと考えることができる。

房総南部にもアサヒナカワトンボが隔離分布するが（二橋・林 , 2004）、これはかつて三浦半島とつながっていた時代があると推定されており、三浦半島同様、本州本土から隔離された「島 (古房総島)」になった時代の遺存分布とみることができよう。

一方、神奈川県は、箱根火山や富士山の噴火による火山灰の影響を強く受けた地域であり、このような噴火堆積物が、さまざまな昆虫の分布に影響を与えていると考えられることは、高桑（1999）に詳しい。これは、アサヒナカワトンボにも影響を与えていると考えられ、火山灰以外にも、1 万 7 千～ 4 千年前に相模川を流下した富士相模川泥流（町田 , 2009 ）の影響も考えられる。例えば、県内に広く分布した個体群が、こうした噴火堆積物などによってその分布域の多くを失い、県北部と三浦半島に分かれて残ったと考えることもできよう。

なお、このような県北部と三浦半島に隔離された特異な分布様式は、他の分類群でも見ることができる。分布状態がよく把握されている植物では、カントウカンアオイ、ミヤマウズラ、ミヤマシキミ、ウラジロガシなどが、同様の分布を示している（神奈川県植物誌 , 1988）。

一方、ニホンカワトンボは、地質学的には新しいエリアに進出してきたように見える。大磯丘陵や相模野台地などに分布するが、これらの地域は約 6 万 5 千年前の箱根火山起源の大規模火砕流堆積物によって覆われた地域である。火砕流により生物が一掃された地域に、北方から新たに侵入した、というように考えることができる。また、横浜市から川崎市の東部低地部にカワトンボ類の記録がないことは、この地域が先に述べたような沖積平野に位置し、本種が何らかの原因によって分布できないことで説明できる。ただし、この地域の分布の欠如地域は沖積平野部分だけではなく、過去の間氷期の海進域（屏風ケ浦層、下末吉層とされる丘陵部）にも広がっていることは注目されよう。これらの地域では、環境的には隣接する多摩丘陵の産地（例えば川崎市麻生区黒川など）と大差がない谷戸であっても、カワトンボ類が欠如することはこれまで謎であった。しかし、今回の地質図との重ねあわせで、欠如の理由は不明ではあるが、現象としては説明できるようになったといえよう。

なお、現在ニホンカワトンボの分布は、多摩丘陵から相模原台地にかけての分布域と大磯丘陵の分布域とに大きく分断されているが、前記約 6 万 5 千年前の箱根火山

起源の火砕流以降に分布を北から拡大したとすると、相模原台地から相模川河口沿いに広がる沖積平野部を経由して大磯丘陵に分布を拡散した可能性は、現在の分布で沖積平野を欠くことからも低く（この地域は縄文海進でも水没したエリアとなる）、むしろ東丹沢山麓部を南下して拡散した可能性が高い。ただし、東丹沢山麓部には、現在ニホンカワトンボは分布しておらず、この地域では、後から分布を広げた伊豆個体群によって駆逐されたと考えることができる。

伊豆半島の地史については、島であった伊豆半島（古伊豆島）が本土に衝突した地学的なイベントも、伊豆半島と本州との間の海峡が浅くなって行く段階で、海進・海退の影響による本州との分離，接続があった可能性がある。また、その後の箱根火山や富士山の噴火により、半島基部以北のエリアと環境的に隔離されたことが指摘されている。海進、海退や火山噴火による伊豆半島の本土からの分離、再接続効果がこの地域のカワトンボ属の集団の形成に関与した可能性は高い（高桑 , 1980; 平 , 1990; Kitazato, 1997; Okamoto *et al*., 2006 のほか，山下浩之，笠間友博氏のご教示による）。

現在伊豆半島を中心に分布する伊豆個体群は、ITS1 領域の塩基配列において固有の型を有し、オス成虫の形態（本研究）および幼虫の形態（林ほか , 2004a）においてはこの地域に隣接するニホンカワトンボとアサヒナカワトンボの中間的形態を示した。この特徴は、hybrid swarm と呼ばれる集団の特徴によく一致すると考えられる。Hybrid swarm は、2 種の交雑によって生まれた個体が生き残り、主にそれらの間で交配が繰り返されてできあがった集団である（例えば Turner and Alston, 1959; Keim *et al*., 1989; Mercader *et al*., 2009）。形態的にはそれぞれの種の中間的特徴を有し、一般的に変異が大きい。雑種個体に妊性があり、かつ戻し交配が避けられるような環境に長期的に置かれると、元の種とは独自の進化をとげることになると考えられる。伊豆個体群は、そのような履歴をもつ hybrid swarm ではないかと考えられる。

これは、ニホンカワトンボとアサヒナカワトンボが種間交雑を起こすような近縁種である（ニ橋・林 , 2004; Hayashi *et al*., 2005）ことから、以下のように考えることができる。現在の分布状況を俯瞰すると、平野部に分布の中心をもつニホンカワトンボは神奈川県西南部にまで到達し、それに接するようにやや山地性のアサヒナカワトンボが生息する。地史的に本土からの離脱と融合を繰り返した伊豆半島北部のどこかで、過去に交雑が起こり、交雑由来の個体からなる集団が、過去のどこかの時点において隔離されるように形成されたのではないだろうか。地史的にそこに隔離分布することによって新規遺伝集団が形成され、その後分布域が北部に拡大したのではないだろうか。そう考えると、固有の ITS1 型をもち、かつ形態的に 2 種の中間的な特徴を有するこの伊豆個体群が、この地域に存在することが理解しやすい。

なお、この考え方からすると、ニホンカワトンボは、少なくとも雑種形成時には、現在の伊豆半島基部周辺に分布していなくてはならない（ちなみに相手方のアサヒナカワトンボは，図 1 のように、半島基部の西側では現在も分布が確認されている）。現在の知見から見て、伊豆半島の付け根部分から西は、ニホンカワトンボの分布圏ではなかった可能性が高いと思われ、そうなると雑種形成のためには、神奈川西部に残存するニホンカワトンボ個体群は、かつては分布がより南西にのびており、そこで雑種形成が生じたと考えるのが自然であろう。この後の伊豆個体群の北方への拡散については、箱根火山、富士山などの噴火により、そこに分布していたであろうニホンカワトンボ及びアサヒナカワトンボがいったん絶滅し、分布を広げた可能性と、それらを駆逐しつつ分布を広げた可能性が考えられる。

ニホンカワトンボ、アサヒナカワトンボ、伊豆個体群は、それぞれが側所的に分布するが、神奈川県、東京都、埼玉県東部の都市部には、環境破壊によって現在ではカワトンボ属が生息していないため、このエリアの本来の分布像については残念ながら解明できない（林ほか , 2004b）。一方、現在でもこれらの境界線が見いだされる地域において、境界線が維持されているしくみを調査することは可能である。伊豆個体群は Hayashi *et al*.（2004）においては、アサヒナカワトンボの 1 つの集団として取り扱われており、現時点では、アサヒナカワトンボの伊豆個体群あるいは伊豆集団 *Mnais pruinosa*（Izu population）ということになる。この集団の分類学的整理を行うためにも、今後、今回詳細がほぼ明らかになった神奈川県以外の地域での詳細分布調査や、3 者間での交雑の頻度や雑種個体の妊性など、生殖的隔離に関する調査を行う必要がある。

謝　辞

研究材料の収集には多くの人の協力を得た。また図の作成において草野保氏の協力を得た。さらに過去の地学的な情報について神奈川県立生命の星・地球博物館学芸員の山下浩之、笠間友博両氏にご教示いただいた。また、同館学芸員の高桑正敏博士には、原稿を通読していただき、有益な助言をいただいた。これらの方々に深謝したい。

引用文献

Asahina S., 1976. A revisional study of the genus *Mnais* (Odonata, Calopterygidae) VIII. A proposed taxonomy of Japanese *Mnais*. *Tombo*, **19**: 2-16.

二橋　亮・林　文男 , 2004. 房総半島（千葉県）におけるオオカワトンボとカワトンボの分布様式. *Tombo*, **47**: 41-46.

Hämäläinen M. & J. van Tol, 2004. Note on the nomenclature of the Japanese *Mnais* species. *Tombo*, **47**: 12.

Hämäläinen M. & J. van Tol, 2005. *Mnais strigata* versus *M. pruinosa*, a reborn nomenclatoric question (Zygoptera: Calopterygidae). *Notulae Odonatologicae*, **6**: 66.

Hayashi F., S. Dobata & R. Futahashi, 2004. Macro- and microscale distribution patterns of two closely related Japanese *Mnais* species inferred from nuclear ribosomal DNA, ITS sequences and morphology (Zygoptera: Calopterygidae). *Odonatologica*, **33**: 399-412.

Hayashi F., S. Dobata & R. Futahashi, 2005. Disturbed population

genetics: suspected introgressive hybridization between two *Mnais* damselfly species (Odonata). *Zoological Science*, **22**: 869-881.

林　文男・土畑重人・二橋　亮 , 2004a. 核 DNA（ITS1）の塩基配列によって区別される日本産カワトンボ属の幼虫の形態．*Tombo*, **47**: 13-24.

林　文男・土畑重人・二橋　亮 , 2004b. 日本産カワトンボ属の分類的，生態的諸問題への新しいアプローチ（1）総論．*Aeschna*, **41**: 1-14.

林　文男・土畑重人・二橋　亮 , 2005. 日本産カワトンボ属の分類的，生態的諸問題への新しいアプローチ（2）資料．*Aeschna*, **42**: 1-18.

日置佳之・須田真一・百瀬　浩・田中　隆・松林健一・裏戸秀幸・中野隆雄・宮畑貴之・大澤浩一 , 2000. ランドスケープの変化が種多様性に及ぼす影響に関する研究−東京都立石神井公園周辺を事例として−．保全生態学研究 , **5**: 43-89.

神奈川県植物誌調査会編 , 1988. 神奈川県植物誌 1988. 1442pp. 横浜 .

貝塚爽平・町田　貞・太田陽子・阪口　豊・杉村　新・吉川虎雄 , 1963. 日本地形論（上）．166pp，地学団体研究会，東京．

貝塚爽平・小池一之・遠藤邦彦・山崎晴雄・鈴木毅彦 , 2000. 日本の地形 4　関東・伊豆小笠原．349pp，東京大学出版会，東京．

Keim P., Paige KN., Whitham TG., Lark KG., 1989. Genetic analysis of an interspecific hybrid swarm of *Populus*: occurrence of unidirectional introgression. *Genetics*, **123**: 557-565.

Kitazato H., 1997. Paleogeographic changes in central Honshu, Japan, during the late Cenozoic in relation to the collision of the Izu-Ogasawara Arc with the Honshu Arc. *Island Arc,* **6**: 144-157.

松島義章・平田大二 , 1988. 神奈川県の地形と地質 . 神奈川県植物誌 1988, 1321-1331.

町田　洋，2009．相模原市史自然編　第 6 章富士・箱根火山の活動と相模原　第一節富士火山の泥流硫下とその影響．相模原市 : 159-163.

Mercader RJ., Aardema ML., Scriber JM., 2009. Hybridization leads to host use divergence in a polyphagous butterfly sibling species pair. *Oecologia*, **158**: 651-662.

日本蜻蛉学会和名検討委員会 , 2007. 日本蜻蛉学会和名検討委員会の報告．*Tombo*, **49**: 46-47.

小口岳史 , 1996. 神奈川県におけるカワトンボ類の分布と形態．湘南昆虫 , (8): 11-23.

Okamoto T., J. Motokawa, M. Toda & T. Hikida, 2006. Parapatric distribution of the lizards *Plestiodon* (formerly *Eumeces*) *latiscutatus* and *P. japonicus* (Reptilia: Scincidae) around the Izu Peninsula, central Japan, and its biogeographic implications. *Zoological Science*, **23**: 419-425.

オカザキツネタロウ , 1930. コンチュー 700 シュ．松邑三松堂，東京．

須田真一 , 2002. 自然教育園のトンボ類．自然教育園報告 , **34**: 107-130.

平　朝彦 , 1990. 日本列島の誕生．岩波書店，東京．

高桑正敏 , 1980. 神奈川県の昆虫相の特性とそれを支えてきた要因 . 神奈川自然誌資料 , (1): 1-13.

高桑正敏 , 1999. 神奈川県東半部の昆虫相，とくに相模野欠如要素について . *Actinia*, (12): 61-86.

Turner BL., and R Alston., 1959. Segregation and recombination of chemical constituents in a hybrid swarm of *Baptisia laevicaulis*× *B. viridis* and their taxonomic implications. *American Journal of Botany* , **46**: 678-686.

摘　要

苅部治紀・守屋博文・林　文男 , 2010. 神奈川県を中心としたカワトンボ属の分布 . 神奈川県立博物館研究報告（自然科学）, (39): 25-34. (Karube, H., H. Moriya & F. Hayashi, 2010. Distribution of calopterygid damselflies of the genus *Mnais* in Kanagawa Prefecture and its adjacent areas, central Japan. *Bull. Kanagawa prefect. Mu*s. (*Nat. Sci*.), (39): 25-34.)

近年、遺伝子解析から新たな分類が提示されたカワトンボ属について、神奈川県内の詳細な分布を調査した。その結果、県内からは、ニホンカワトンボ *M. costalis* Selys, 1869 とアサヒナカワトンボ *M. pruinosa* Selys, 1853 の 2 種とともに、富士山周辺に生息する未命名の雑種起源集団と考えられる伊豆個体群の 3 つの分類群が分布することが確認された。これらの分布パターンは、ニホンカワトンボは、相模原台地、多摩丘陵の西部から藤沢北部まで広がり、さらに大磯丘陵の個体群も本種であった。また、酒匂川西岸に一ケ所だけ隔離された産地が確認された。アサヒナカワトンボは、県北部の旧津久井町、藤野町から愛川町・厚木市まで分布し、隔離して三浦半島基部から先端部までが分布域となる。伊豆個体群は、箱根から丹沢南麓をとおり、厚木市、愛川町、津久井町まで広がる。ニホンカワトンボと伊豆個体群、アサヒナカワトンボと伊豆個体群はいくつかの混生地が発見されているが、基本的には側所的に分布をしている。これら 3 分類群の分布パターンを、過去の地史と照合してその成り立ちについての仮説を述べた。

（受付 2009 年 12 月 10 日；受理 2010 年 1 月 27 日）