

神奈川県丹沢山塊におけるヒメコマツ (*Pinus parviflora*) の分布状況

逢沢峰昭・尾崎煙雄・齋藤央嗣・藤平量郎

Mineaki Aizawa, Kemrio Ozaki, Hiroshi Saito and Kazuo Touhei:

Distribution of *Pinus parviflora* in the Tanzawa Mountains, Kanagawa Prefecture

はじめに

マツ科ゴヨウマツ類のヒメコマツ (*Pinus parviflora*) は、これまで神奈川県内では丹沢山塊にのみその分布が確認されている(林ほか, 1961; 神奈川県植物誌調査会編, 1988; 2001)。丹沢山塊におけるヒメコマツの分布に関しては、林ほか(1961)において分類地理学上注目すべき樹種として取り挙げられ、丹沢山塊では風巻と原小屋の間、丹沢山北面、世附にわずかに天然分布しているとある。しかし、神奈川県植物誌編纂の一連の調査では、これらの産地のうち最も個体数の多く見られたとされる風巻と原小屋の間においてもヒメコマツは確認されておらず、大山山頂で植栽の可能性が高いとされる1個体が確認されただけである(神奈川県植物誌調査会編, 1988; 2001)。このように、近年丹沢山塊では天然性のヒメコマツは確認されておらず、同地域では絶滅した可能性も指摘されていた(尾崎ほか, 2001)。

これまでの筆者らによる踏査により、丹沢山塊では蛭ヶ岳北面地蔵尾根上部(逢沢, 2003)および丹沢山北東塩水川左岸支尾根(藤平ほか, 未発表)において比較的まとまったヒメコマツの個体群を確認している。また、その際に採集した種子の平均種子長9.4mmに対して平均種子翼長は3.2mmであり、種子翼長が種子の長さより短く質がもろいことから、これらのゴヨウマツ類がヒメコマツに該当することを確認している。そこで、本研究では神奈川県丹沢山塊におけるヒメコマツの分布状況に関して報告する。また、近年千葉県房総丘陵に分布する同種個体群の著しい衰退が問題になっており(尾崎ほか, 2001)、この問題を解明するための取り組みの第一歩として、房総丘陵の同種個体群の分布状況との比較を行ったので、この結果も併せて報告する。

なお、日本のゴヨウマツ類には北方系と南方系があり(林, 1960; 石井, 1968)、その学名および和名に関しては混乱があった(林, 1954; Sato, 2001)。近年では両系の針葉形態や遺伝的変異に明確な差異が認められないことから、このように二つの系統に

分けることの再考が求められている(谷ほか, 1999; Sato, 2001)。しかし、両系を分かち形質の一つである種子翼長に関する研究が未だに不十分と思われることから、本研究では、両系の分類に関しては林(1960)に従い、学名はYamazaki(1995)に準拠し、北方系ゴヨウマツをキタゴヨウ(*Pinus parviflora* var. *pentaphylla*)と、南方系ゴヨウマツをヒメコマツ(*Pinus parviflora*)と呼んだ。

調査方法

a 標本調査

これまでの丹沢山塊におけるヒメコマツの分布状況を明らかにするために、東京大学大学院理学系研究科附属小石川植物園(TI)、同大学農学部森林植物学教室(TOFO)、森林総合研究所(TF)、同研究所多摩森林科学園(TFA)、国立科学博物館(TNS)、神奈川県立生命の星・地球博物館(KPM)の各標本室において標本調査を行った。

b 現地調査

ヒメコマツは特に尾根筋に分布する場合が多い(林, 1960)。そこで、2002年秋から2003年にかけて、丹沢山塊において一般登山道のほかに、風巻の東側にある袖平山(1432m)の通称・北尾根および北西尾根、蛭ヶ岳北面地蔵尾根周辺、丹沢山北方・宮ヶ瀬金沢橋～本間ノ頭(通称・梅立尾根)、丹沢山北東塩水川左岸支尾根、大室山北面の尾根の踏査を行った。そして、樹高1.3m以上のヒメコマツが確認された場合、以下の調査を行った。なお、本研究では、便宜上樹高1.3m以上の個体を成木、1.3m未満の個体を稚樹と呼び、当年生の個体を特に実生と呼んで区別した。

i) 個体群構造を把握するため、胸高直径(DBH)および樹高(H)を測定した。

ii) 生育する地形タイプを、尾崎ほか(2001)に従い、尾根上、尾根肩、崖縁、崖途中、斜面、岩上、平坦面、その他の8つの地形タイプに分類した。ここで、尾根肩とは尾根と斜面の移行部をさし、斜面と崖の違いは連続的な土壌に覆われているか否かで、

傾斜70度前後を区分の目安とした。

iii) 結実の有無を確認した。

iv) 樹冠および針葉の健全度を尾崎ほか(2001)の方法に従って以下のように評価した。

・樹冠の健全度 V: 樹冠はよく繁り枯れ枝は見あたらない, IV: 樹冠の一部(1/3以下)に枯れ枝がある, III: 樹冠の半分程度(1/3~2/3)が枯れている, II: 樹冠の大部分(2/3以上)が枯れている, I: ごくわずかの枝葉が残るだけ

・針葉の健全度 V: すべての針葉が青緑色, IV: 一部の針葉が黄緑色になっている, III: 多くの針葉が黄緑~黄褐色になっている, II: 多くの針葉が黄褐色, I: すべての針葉が黄褐色

v) 対象木周辺の稚樹および実生の有無を確認した。

vi) 近年丹沢山塊ではニホンジカによる樹皮剥ぎの影響が顕在化している(古林ほか, 1997)。このためニホンジカによる樹皮剥ぎ痕の有無を調べた。

vii) 枝の一部を採集し, 神奈川県立生命の星・地球博物館に分布の証拠標本として収蔵した。

調査結果

a 標本調査の結果, 以下の標本が確認できた。

神奈川県丹沢1955. Aug. 22 小島俊郎(TFA), 丹沢山塊蛭ヶ岳-白ヶ岳 1956. May 4 金井弘夫(TI), 神奈川県丹沢風巻附近1956. Jul. 18 Y.K. (筆者注: 小林義雄)(TFA), 神奈川県西丹沢姫次1959. Aug. 18 西尾和子(KPM)

丹沢山塊で採集された標本は, いずれも1950年代に採集された標本であり, 近年採集された標本は確認できなかった。

b 現地調査の結果, ヒメコマツの成木は, 蛭ヶ岳北方地蔵尾根上部の標高1000-1200m付近で20個体, 塩水川左岸支尾根上標高800-900m付近で9個体が確認でき, これらは個体群(以下, それぞれ塩水川個体群, 地蔵尾根個体群と呼ぶ)としてまとまりを持っていた。さらに袖平山周辺で単木として2個体, 合計31個体が確認できた(図1, 表1)。また, 塩水川左岸では調査を行った尾根とは別の支尾根上で4個体程度を双眼鏡で確認できたことから, 丹沢山塊では少なくとも35個体程度が分布している

ものと推定された。なお, 地蔵尾根上には通称・五葉松の峰というピークがあることから, 早くからヒメコマツの存在が知られていたものと予想される。ヒメコマツの成木は尾根上ではヒノキ, ツガと混生し, 塩水川左岸支尾根ではこれらの樹種のほかにスギが混生していた。また斜面部ではブナ, イヌブナ, ミズナラ, アカシデ, ヤマグルマなどと混生していた。低木はスノキ, ネジキ, アセビが見られた。林床は袖平山の一個体を除いてはササを欠いていた。このようにササを欠く場所は, ニホンジカの採食によってササを欠く場所と, 表層土壌が未発達のためササが定着できないと考えられる場所があった。

この他に大江山頂のヒメコマツ(神奈川県植物誌調査会編, 1988; 2001)が現存していること, および, 津久井郡青根のヒメコマツ(神奈川県植物誌調査会編, 1933)が現在も下青根の人家に植栽されているのを確認した。

以下は上記のヒメコマツのうち植栽木は除き, 天然性のヒメコマツを対象として扱った。

i) 個体群構造

塩水川個体群の成木の最大樹高は23.3m, 最大胸高直径は74.5cmであった。この個体群は, DBH50cm

表1. 確認されたヒメコマツの分布地と個体数

| 場所 | 分布標高(m) | 成木 | 稚樹 | 実生 |
|-----------|-----------|---------|----|----|
| 塩水川左岸支尾根 | 800~900 | 9 + (4) | 2 | 14 |
| 蛭ヶ岳北方地蔵尾根 | 1000~1200 | 20* | 26 | 1 |
| 袖平山周辺 | 1300~1400 | 2 | 0 | 0 |
| 合計 | | 35 | 28 | 15 |

括弧内は双眼鏡で確認のみの未調査個体数

*20個体のうち1個体は調査期間中に幹折れした

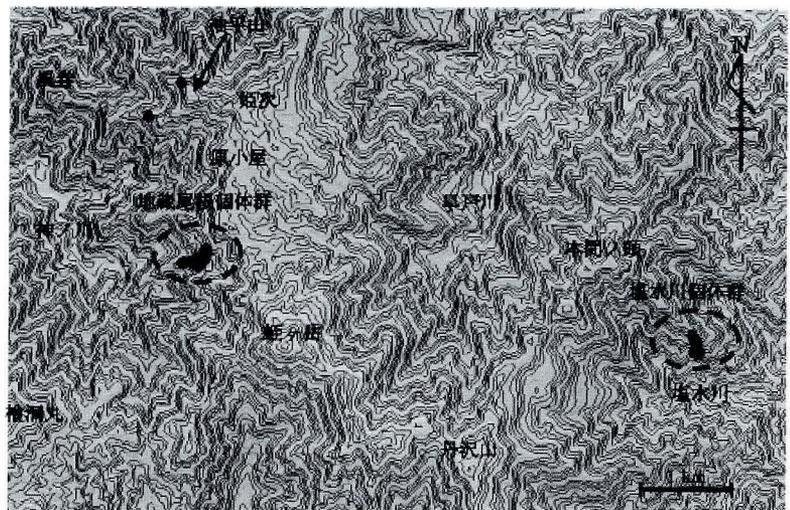


図1. ヒメコマツの分布地。 凡例 ●: ヒメコマツ個体

以上の個体が78%を占めており、小径木の個体が少なかった(図2-1)。途中で幹折れの認められた個体(No.2)を除いて、いずれの個体も林冠層に達しており、林冠層から突出している個体が多かった。

地蔵尾根個体群は、最大樹高17.5m、最大胸高直径は60.0cmであった。この個体群では塩水川のそれと異なり、70cm以上の大径木は存在しないが、DBH50cm未満の個体が80%を占めており、胸高直径階10-20cmおよび30-40cmにモードが見られた(図2-2)。樹高7m以上の個体の大部分は林冠層に達し、林冠層

から突出している個体も多かった(図3)。一方、7m未満の個体の多くは周辺の樹木に被陰されていた。

ii) 生育立地

ヒメコマツの生育立地は、斜面、崖縁、尾根肩、尾根上、崖途中の順で多く見られた(図4)。

iii) 結実状況

2003年あるいはそれ以前の球果は、塩水川個体群ではいずれの個体にも見られた。また、地蔵尾根個体群ではDBH 27.5cm以上の13個体のうち7個体に着果が見られた。

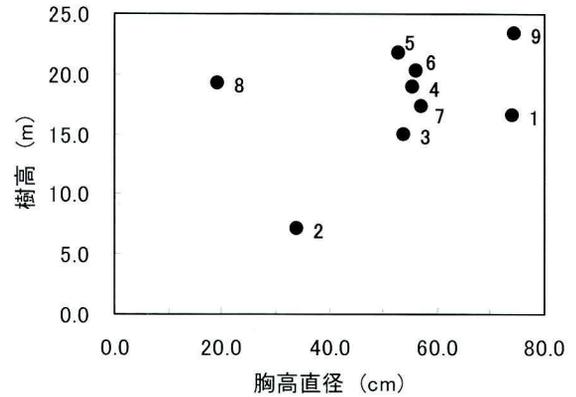
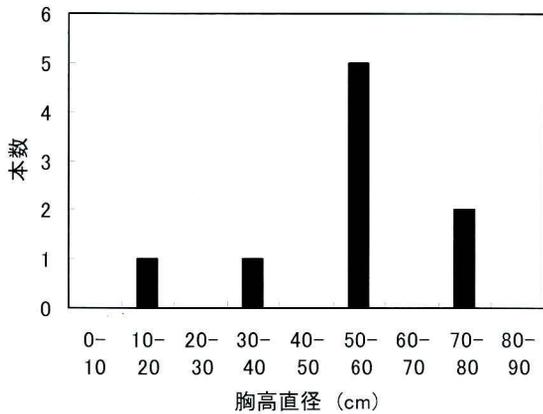


図2-1. ヒメコマツ成木の胸高直径階分布および胸高直径と樹高の関係(塩水川個体群)。*グラフ中の数値は樹木ナンバーを示す。

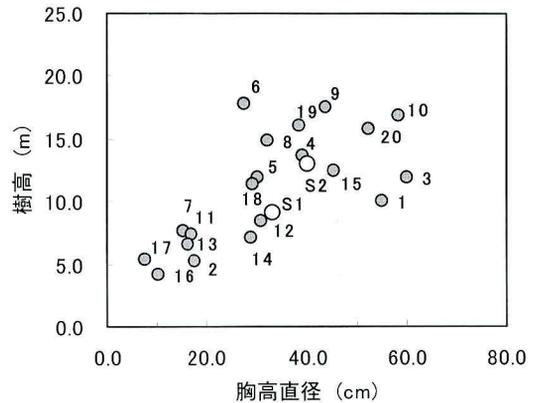
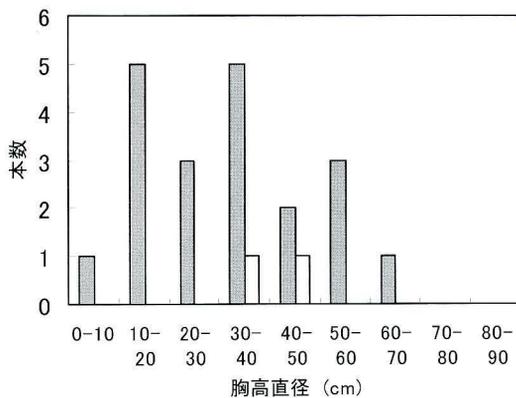


図2-2. ヒメコマツ成木の胸高直径階分布および胸高直径と樹高の関係(地蔵尾根個体群および袖平山周辺個体)。*グラフ中の数値は樹木ナンバー(Sは袖平山周辺個体)を示す。■:地蔵尾根 □:袖平山周辺



図3. 地蔵尾根におけるヒメコマツの生育状況。ヒメコマツの樹高は周囲の樹種より高く林冠層より突出している。

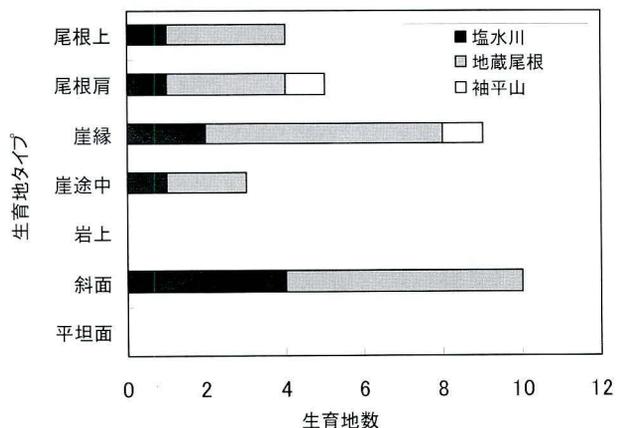


図4. ヒメコマツの生育する地形タイプ。

iv) 樹冠および針葉の健全度

調査対象木 31 個体の樹冠のうち 77% は健全（健全度 V）であった（表 2）。塩水川個体群には梢端が枯れたもの（健全度 IV）もあった。これはヒメコマツには林冠層から突出している個体も多く、風あるいは落雷の影響を受けたことが原因と考えられた。なお、地蔵尾根の一個体（No. 7）の樹冠は大部分が枯れていた（健全度 II）が、これは樹冠にオオクマヤナギが密に巻き付いたためであった。

針葉の健全度は、一部の針葉が黄緑色になっている（健全度 IV）個体も若干あったが、調査対象木の 94% は健全（健全度 V）であった（表 3）。

v) 稚樹および実生の有無

塩水川個体群では、実生が 14 本、稚樹 2 本が確認できた。また、地蔵尾根個体群では実生 1 本、稚樹 26 本を確認できた。単木としてそれぞれ確認された袖平山周辺の 2 個体はそれぞれ着果がみられたが、

表 2. ヒメコマツ成木の樹冠の健全度

| 樹冠の健全度 | 塩水川 | 地蔵尾根 | 袖平山 |
|--------|-----|------|-----|
| V | 5 | 17* | 2 |
| IV | 4 | 2 | 0 |
| III | 0 | 0 | 0 |
| II | 0 | 1 | 0 |
| I | 0 | 0 | 0 |

*17 個体のうち 1 個体は調査期間中に幹折れした

表 3. ヒメコマツ成木の針葉の健全度

| 針葉の健全度 | 塩水川 | 地蔵尾根 | 袖平山 |
|--------|-----|------|-----|
| V | 9 | 18* | 2 |
| IV | 0 | 2 | 0 |
| III | 0 | 0 | 0 |
| II | 0 | 0 | 0 |
| I | 0 | 0 | 0 |

*18 個体のうち 1 個体は調査期間中に幹折れした

稚樹および実生は確認できなかった（表 1）。

塩水川および地蔵尾根個体群における実生および稚樹の樹高階分布をみると、塩水川個体群は 10cm 以下の実生および稚樹のみであり（図 5）、そのうち 88% が 2003 年に発生した当年生実生であった。また、地蔵尾根個体群は当年生の実生は 1 本確認されただけであり、残りの稚樹 26 個体は 2003 年以前に発芽したもので、稚樹齢はおよそ 5~10 年程度のものであった。しかし、これらの稚樹で 10cm をこえる個体は少なかった（図 5）。また、これらの実生あるいは稚樹は、大径木の根張りの陰や、岩あるいは石の陰、傾斜の遷急線上など、傾斜が段違いになっているところで、斜面上部から移動してくる土砂や落石を回避できると予想される場所に見られる傾向が強かった。この傾向は現在の成木の生育地と共通

していることも多く、ヒメコマツの生育地は実生定着段階である程度決まっている可能性が示唆された。

vi) ニホンジカによる剥皮の影響

塩水川個体群の 9 個体のうち、4 個体にニホンジカによる樹皮剥ぎ痕が認められた。また、地蔵尾根個体群では 20 個体のうち、5 個体にニホンジカによる樹皮剥ぎ痕が見られた。これらの樹皮剥ぎ痕が認められた個体は、ニホンジカが近づきやすい立地に生育している個体であり、いずれも幹の山側のみが樹皮剥ぎされ、急峻な幹の谷側はいずれの個体も剥皮はなかった。剥皮の割合は最高でも幹周の 6 割程度であり、幹全体が環状に剥皮されることはなく、この影響による樹勢の衰えは認められなかった。

考察

丹沢山塊のヒメコマツの分布状況

丹沢山塊ではヒメコマツ成木 35 個体の生育が確認された。しかし、林ほか(1961)で最も個体数が多いとされた風巻周辺から原小屋にかけての尾根沿いでは、今回の調査の結果、袖平山周辺において 2 個体確認されただけであった。本研究の標本調査の結果および林ほか(1961)の風巻での植生調査表や撮影写真から判断して、1950 年代には同産地附近で、比較的多くヒメコマツが見られたという林ほか(1961)の記載は信頼に足るものと思われる。このことから 1950 年代においてもそれほど多くはなかった（林ほか, 1961）ヒメコマツの個体数が、およそ 50 年間で大きく減少したものと考えられる。その原因として、風巻頂上周辺および原小屋周辺は、現在ヒノキの植林地となっており、丹沢山塊では 1950 年代より拡大造林が実施された（神奈川県レッドデータ生物調査団編, 1995）ことを考慮すると、人工林化に伴う伐採により消滅した可能性が考えられる。一方で、現在ヒメコマツが分布している急峻な尾根や痩せ尾根上は、ヒメコマツの生育に適した場所であるとともに、人為の影響を受けにくい場所であったと考えられる。

では、このような尾根上では今後のヒメコマツの

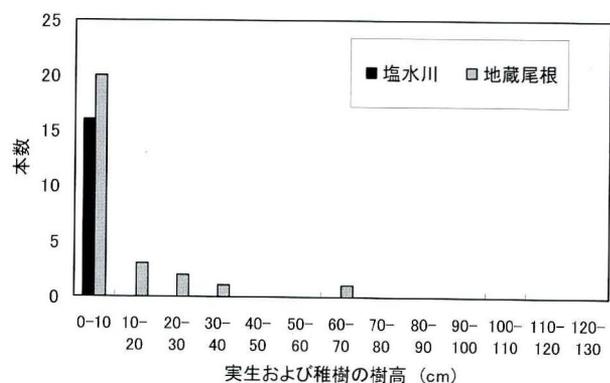


図 5. 実生および稚樹の樹高階分布.

更新が行われていくのであろうか。地蔵尾根個体群では樹高1.3m以下の実生および稚樹は、10cmを境に大きく個体数が減少していた(図5)。そして、尾根上では10cm以下の実生および稚樹が大部分を占めているのに対し、20cm、30cmおよび60cmクラスの稚樹はそれぞれ40度以上の斜面上や、崖縁や崖途中などに見られた。本研究調査の結果、地蔵尾根ではニホンジカの採食可能な位置にある林床植生が、アセビ等の一部の不嗜好性植物を除いて貧弱であることから、相当数のニホンジカが生息していると予想され、このため一定以上の個体サイズとなった稚樹が採食されている可能性も示唆される。そして、この個体サイズは、地蔵尾根上の3月初旬の積雪が15~20cm程度である(逢沢、未発表)ことから、冬季の積雪深によって決まっている可能性がある。

ただし、ヒメコマツあるいはキタゴヨウの更新は明るいところで良好(佐倉・糟谷, 1983; 林田, 1989; 有井・小泉, 1991)であり、地蔵尾根においては樹高7m以上の個体のほとんどは林冠層に達し、一方で7m未満の個体の多くは周辺の樹木に被陰されていた。さらに地蔵尾根における胸高直径と樹高の関係においても、胸高直径20~30cmの間に不連続性が認められ、また10cm以下の成木がほとんどなく(図2-2)、10cm以下の稚樹が比較的多かった(図5)。このような稚樹を含めた樹高サイズにみられる不連続な一定のまとまりは、ヒメコマツの更新に適した、崩壊や倒木に起因する林冠疎開の頻度を反映したものである可能性も考えられる。

これらのことから、今後は稚樹のモニタリングを通して、ヒメコマツの稚樹がニホンジカ等の採食の影響を受けているのかという問題をふくめて、実生の消長を長期的に調査していく必要がある。

千葉県房総丘陵の個体群との比較

近年、千葉県房総丘陵のヒメコマツ個体群が急速に衰退している(藤平ほか, 2002)。この衰退現象は、成木の枯死および小径木、稚樹および実生がほとんど存在しないことにより特徴づけられる。本研究の調査の結果と千葉県房総丘陵のヒメコマツ個体群の詳細な調査結果(尾崎ほか, 2001)を比較すると、ヒメコマツの生育立地条件は両地域に大きな違いは認められず、いずれも斜面、崖縁、尾根肩、尾根上、崖途中などに生育が認められた。しかし、丹沢山塊の個体群は、房総丘陵の個体群に見られるような枝および針葉の枯れは認められず、健全であるうえ、房総丘陵の個体群に見られるような枯死木は見られなかった。これらのことから、i) 針葉および枝の枯損あるいは成木の枯死は房総丘陵に特異的な現象で

あること、ii) 丹沢山塊では稚樹あるいは実生が比較的多く確認されたことがわかった。

i) 針葉および枝の枯損

ヒメコマツは房総丘陵では標高170-320m附近に分布しており(佐倉ほか, 1978)、一方、丹沢山塊ではおよそ標高800-1200m附近に分布している。したがって、これらの枯損の原因は標高の違い、すなわち房総丘陵の個体群の分布標高が低いことに起因している可能性が考えられる。また、房総丘陵におけるヒメコマツの集団枯死要因の一つとしてマツノザイセンチュウの被害が挙げられている(佐倉ほか, 1978)が、マツノザイセンチュウによる枯損発生限界標高は、関東周辺では500mとされる(吉田ほか, 1997)ことから、両地域の分布標高の違いが、間接的あるいは直接的な要因となっている可能性が示唆される。また、近年、枯死要因の一つとして取り上げられている温暖化との関連性も示唆されるが、これを評価するためにも、関東周辺あるいは西日本の低い標高に分布するいくつかのヒメコマツ個体群との比較研究が必要である。

ii) 個体群規模と天然更新

房総丘陵のヒメコマツは、小径木、稚樹および実生がほとんど存在しない(尾崎ほか, 2001)。このような現象は、同じゴヨウマツ類であるヤクタネゴヨウにも見られる(千吉, 1995)。これは個体群規模の縮小により、高い頻度で自家受粉がおこり、種子の捻性が低下したためと推察されている。確かに本研究調査の結果、個体群規模が単木レベルになると、球果生産が行われても、実生が生じえない可能性が示唆された(表1)。しかし、少なくとも7個体が繁殖個体であった地蔵尾根個体群においては、比較的稚樹が多く認められたのに対して、房総丘陵の10個体以上の成木からなるヒメコマツの個体群では稚樹あるいは実生がほとんど存在していなかった(尾崎ほか, 2001)。このことは単純に現在の個体数の比較では個体群規模縮小の影響を評価できないことを示唆するとともに、房総丘陵では世代経過の中で集団サイズの著しい減少があったことなど(糟谷ほか, 1991)により、現在は丹沢山塊と同程度の個体群規模をもっている、過去の個体群規模縮小の影響を強く反映している可能性がある。ただし、個体群規模が大きければ後継樹がはたして多いのかどうかについては明らかではない。つまり、ヒメコマツは岩尾根などに分布する特性から小規模な個体群を形成するケースが多いと予想されるが、これまでヒメコマツの更新に関する研究は、房総丘陵の衰退傾向にあるヒメコマツの研究がそのほとんどであり、健全な天然更新が起きているヒメコマツ個体群の更新に関する研究は極めて少ない。したがって、個体群規模が更新におよぼす影響を評価する上でも、丹沢

山塊や房総丘陵のヒメコマツ個体群の個体群規模に応じた更新動態や、遺伝的多様度および近交係数の比較を行うとともに、他地域の比較的大きな規模をもつヒメコマツ個体群との比較も必要である。

謝辞

本研究の標本調査においては、各標本所蔵機関の関係者の方々に閲覧許可ならびに種々の便宜をはかって頂いた。神奈川県立生命の星・地球博物館勝山輝男氏には、分布の証拠標本を同館へ収蔵するにあたり便宜をはかって頂いた。現地調査を行うにあたっては、神奈川県津久井郡津久井町長より調査許可を頂いた。また、神奈川県公園指導員小倉文子氏には調査に関する種々の便宜を図って頂いた。以上の方々に心より厚くお礼申し上げます。また、東京大学大学院生奥山雄樹氏、自然環境保全センター清川出張所山口茂氏、川瀬知男氏ならびに神奈川県立秦野ビジターセンター青木雄司氏には現地調査の協力を頂いた。以上の方々に心より感謝申し上げます。本研究の一部は2003年PRO NATURA ファンドによる助成金によって実施された。

文献

- 逢沢峰昭, 2003. 「林ほか(1961): 丹沢山塊の植物調査報告」の標本について. FLORA KANAGAWA, **55**: 673-683.
- 有井仁美・小泉武榮, 1991. 千葉県清澄山におけるヒメコマツの分布とその存続条件. 学芸地理, **45**: 39-50.
- 古林賢恒・山根正伸・羽山伸一・羽田博樹・岩岡理樹・白石利郎・皆川康雄・佐々木美弥子・永田幸志・三谷奈保・ヤコブ・ボルコフスキー・牧野佐絵子・藤上史子・牛沢理, 1997. ニホンジカの生態と保全生物学的研究. 丹沢大山自然環境総合調査報告書, pp.319-421. 神奈川県環境部, 神奈川.
- 林 弥栄, 1954. 日本産重要樹種の天然分布3. 林試研報, **75**: 94-127.
- 林 弥栄・小林義雄・小山芳太郎・大河原利江, 1961. 丹沢山塊の植物調査報告. 林試研報, **133**: 1-128 + Pl.1-16.
- 林田光祐, 1989. 北海道アポイ岳におけるキタゴヨウの種子散布と更新様式. 北大農演報, **46**(1): 177-190.
- 石井盛次, 1968. マツ属植物の基礎造林学的研究. 高知大学農紀要, **19**: 1-114.
- 神奈川県植物調査会編, 1933. 神奈川県植物目録. 111+23pp. 神奈川県植物調査会.
- 神奈川県レッドデータ生物調査団編, 1995. 神奈川県レッドデータ生物調査報告書. 神奈川県立博物館研究報告自然科学7. 257+8pp. 神奈川県立博物館, 小田原.
- 神奈川県植物誌調査会編, 1988. 神奈川県植物誌1988. 1442pp. 神奈川県立博物館, 小田原.
- 神奈川県植物誌調査会編, 2001. 神奈川県植物誌2001. 1584pp. 神奈川県立生命の星・地球博物館, 小田原.
- 糟谷重夫・佐倉詔夫, 1983. 東京大学千葉演習林内におけるヒメコマツ自生地の林分構造と更新について. 94 回日林論: 381.
- 糟谷重夫・佐倉詔夫・河原孝行・明石孝輝, 1991. ヒメコマツの集団間交配による種子の稔生向上. 102 回日林論: 389-390.
- 尾崎煙雄・藤平量郎・大場達之・齋木健一・木村陽子・福田洋・藤田素子, 2001. 房総半島のヒメコマツ個体群の現状. 房総丘陵におけるヒメコマツ個体群の緊急調査報告書, pp.20-27. 房総のヒメコマツ研究グループ, 千葉.
- 佐倉詔夫・石原猛・糟谷重夫・長谷川茂・岸洋一, 1978. 東京大学千葉演習林内・スミ沢における天然生ヒメコマツ林の現状について. 89 回日林論: 403.
- Sato, T., 2001. Geographic variations of *Pinus parviflora* needle characteristics. J. Jpn. Bot., **76**: 263-274.
- 千吉良治, 1995. ヤクタネゴヨウの種子と充実率と発芽率 (I). 日林論 **106**: 303.
- 谷 尚樹・丸山幸二・戸丸信弘・内田煌司・荒木眞之・大庭喜八郎, 1999. 我が国におけるゴヨウマツ複合体 16 集団の遺伝的変異. 第 110 回日林学術講: 143.
- 藤平量郎・尾崎煙雄・大場達之・齋木健一・福田 洋・藤田素子, 2002. 房総丘陵におけるヒメコマツ個体群の緊急調査. 第 11 期プロ・ナトゥーラ・ファンド助成成果報告書, pp.11-16. 自然保護協会, 東京.
- Yamazaki, T., 1995. Pinaceae. In: Iwatsuki K., Yamazaki T., Boufford D.E. and Ohba H. (eds.). Flora of Japan Vol. I .Pteridophyta and Gymnospermae, pp.266-277. Kodansha, Tokyo.
- 吉田成章・中村克典・埜田宏, 1997. 実用化された防除手法の評価とマツを取り巻く環境等の検証. 松くい虫 (マツ材線虫病) -沿革と最近の研究-, pp.95-121. 全国森林病虫獣害防除協会, 東京.

(逢沢: 東京大学大学院新領域創成科学研究科, 尾崎: 千葉県立中央博物館, 齋藤: 神奈川県自然環境保全センター研究部, 藤平: 千葉エコロジーセンター)