

# 国土館大学 地理学報告

No. 34 年刊 2026年3月

- 小山拓志 南アルプス南部，丸山周辺における構造土の分布と斜面物質の移動速度  
式見彩夏・嶋田哲郎・磯谷達宏  
東京都立水元公園に生息するカルガモの分布・生態と環境条件  
芳賀 蓮 千葉県富津岬における海岸林の樹種構成と生育状況  
一とくに海岸からの距離と樹形および風速に着目して一

2024年度 国土館大学大学院 地理・地域論コース 修士論文要旨  
2024年度 国土館大学 地理・環境コース 卒業論文題目



Geographical Report of Kokushikan University, No.34.

Department of Geography & Environmental Studies,  
Kokushikan University

# 南アルプス南部、丸山周辺における構造土の分布と 斜面物質の移動速度

小山 拓志

本学地理・環境コース 准教授

キーワード：凍結・融解作用、斜面物質移動、構造土、ソリフラクションロープ、植被階状土、南アルプス

## I. はじめに

世界の高緯度地方や高山は低温の気候環境に支配されており、そのような場所の強風砂礫地（残雪砂礫地）では凍結・融解作用といった周氷河作用が活発に生じている。日本においても、日本アルプスや北海道の大雪山系をはじめとする高標高、あるいは高緯度の山岳地の山稜部では、ソリフラクションに代表される周氷河性の斜面物質移動が活発に生じており、周氷河性平滑斜面や構造土といった周氷河地形が広く分布する。そして、日本におけるそれらの作用や斜面物質移動に関するメカニズム、強度・タイミング・頻度等については、白馬岳（2932m）（たとえば、高山地形研究グループ、1978；相馬ほか、1979；岩田、1980）や足尾山地（石井、1976）、鳳凰山周辺（小疇、1964）、北上山地（澤口、1987；澤口・小疇、1998）、間ノ岳（3189m）（たとえば、松岡、1991；Matsuoka、1994、1996、1998）において実施された野外実験を端緒とする研究に基づき、定量的データの蓄積とともに議論が進められてきた。また、これらの研究を出発点として、その後、日本各地の山岳地において同様の手法による調査・研究が展開されている。

そうした中で、南アルプスの高山帯においては既述した松岡の一連の研究によって、北部地域の間ノ岳周辺の地温環境やソリフラクションに伴う斜面物質移動に関するデータが蓄積されてきており、世界的にみても特筆すべき成果が

報告されている。一方で、南アルプスの南部地域に関しては、気温・地温観測も含めた周氷河環境に関する報告は一部あるものの（小山ほか、2015；小山、2024）、周氷河作用やそれに伴う斜面物質移動に関する研究は、大聖寺平（2699m）周辺において行われたもの（岡沢ほか、1975；佐々木ほか、2013）程度に限られている。また、山稜部の周氷河性平滑斜面や強風砂礫地には様々な構造土が形成されているが、それらについても規模・形態・分布に関する報告があるのみ（小山、2010）で、それらの形成の基本的要因と考えられている凍結・融解作用や斜面物質移動との関連性については議論されていない。

そこで本研究では、南アルプス南部の丸山周辺を対象として、構造土を主とする周氷河地形の分布を明らかにするとともに、ソリフラクションロープ（以下、ロープと表記する）および植被階状土を構成する物質の移動速度と動態を三次元的に測定した。さらに、植生分布と斜面物質移動との関連についても検討した。なお、小山ほか（2007）において当該地域の斜面物質移動について一部報告されているが、本稿では追加調査によって得られた新たなデータを基に、加筆および再解析を行った。

## II. 調査地域概観

### 1. 地形・地質

南アルプス南部の赤石岳（3120m）から千枚

岳 (2880m) に至る主稜線は、湾曲した吊り尾根型の形態を呈しており、概ね標高3000mの定高性を示している。調査地域である丸山は、この主稜線の最高峰である悪沢岳 (3141m) の東側に位置しており、日本アルプスの山としては珍しく南北の斜面形が非対称な山岳で、南側が緩やかな凸形斜面、北側が直線形の縦断形を呈する斜面となっている。

調査地域周辺の地質は、四万十帯赤石層群・白根層群の白亜紀堆積岩類からなる。中岳・前岳の山頂部は砂岩優勢の赤石層群からなり、前岳南東圏谷・中岳南東圏谷の圏谷壁下部から圏谷底にかけての斜面には白根層群の赤色チャートが分布する。また、悪沢岳山頂部は赤色チャートからなるが、東側の丸山は砂岩及び泥岩優勢の砂岩泥岩互層からなっている (静岡

県, 1994; 松島 2006)。調査地域の位置と丸山周辺における周氷河地形の分布を図1に示した。

## 2. 周氷河環境

小山ほか (2015) は、丸山南向き斜面の標高3020m地点に気象観測点を設置し、2007年の年平均気温を求めた。その結果、 $-1.6^{\circ}\text{C}$ という値が得られている。また、丸山の観測値を長期間にわたって継続的に気象観測が行われている富士山測候所 (気象庁) の観測値と比較し、丸山の推定年値を算出した結果、 $-1.8^{\circ}\text{C}$ となった。これにより、丸山の気候的な年平均気温は $-2^{\circ}\text{C}$ 程度であると推察されている。

また、小山 (2024) は、丸山の南北両斜面のロープ上 (粗粒部と細粒部) において地温観測 (深度1、10、20、40cm) を実施した。その結果、

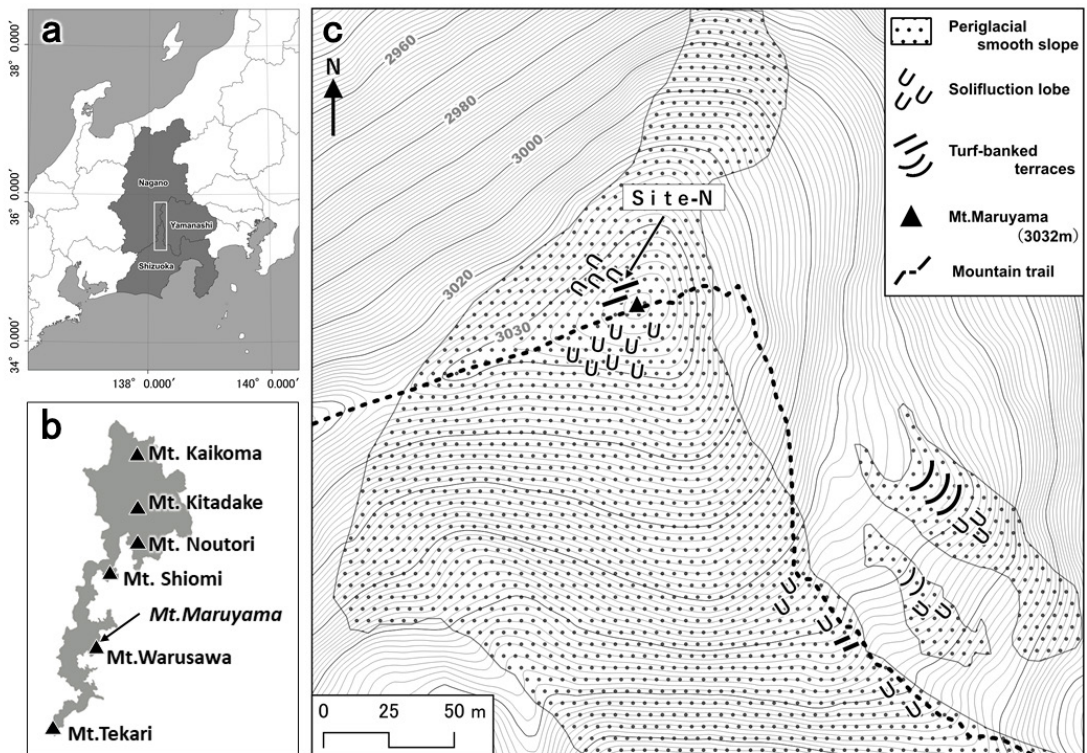


図1 調査地域

a: 南アルプス国立公園の位置、b: 南アルプス国立公園、c: 丸山周辺における周氷河地形の分布。aの白枠はbの範囲。cの等高線は、産総研「シームレス標高タイル (静岡県 VIRTUAL SHIZUOKA 0.5m メッシュ)」により作成。等高線の間隔は1m。丸山山頂の標高 (3032m) は、国土地理院発行 1/25000 「塩見岳」に従った。

南向き斜面に比べて北向き斜面（本調査地）の平均地温の方が全深度で低温傾向を示すことが明らかとなった。特に、北向き斜面における粗粒部の年平均地温が最も低く、南向き斜面との差は2℃以上であった。さらに、丸山では、南向き斜面に比して北向き斜面の積雪期間が長く、その結果、北向き斜面の大部分の地表は外気（暖気）の影響を受けにくい状態が長期間維持されている可能性が示された。

以上のことから、丸山は不連続永久凍土帯、あるいは山岳永久凍土の気候的な分布限界に相当すると考えられ、北向き斜面の限られた場所においては、季節凍土融解進行期直前の積雪の影響と植生分布（被覆）の影響によって、過去の寒冷期に形成された山岳永久凍土が越年している可能性があるとしている。

### Ⅲ. 調査方法

#### 1. 水平方向の移動速度と特性

斜面物質の水平的な移動速度とその特性は、既述した先駆的研究と同様の手法により測定した。すなわち、丸山の北向き斜面に調査地点を設定し（以下、単に調査斜面を指す場合には Site-N と表記する）、植被階状土やロープの表面角礫層にペンキを直線状に塗布（以下、ペンキラインあるいは測線と表記する）することで、ペンキ塗布礫の移動速度を1年間にわたって計測した。具体的には、最大傾斜方向に直行するように表面角礫層上へ基線となる水糸を張り、両端をペグ等で深く固定することで不動点とした。そして、その基線に沿ってペンキを塗布した。翌年の改測時には、基線位置から移動したペンキ塗布礫の位置を現地観察および写真に基づいて正確に図化し、その図上に1cm四方のグリッドを作成した。次に、このグリッドと重ね合わせながら、移動が認められた全てのペンキ塗布礫についてその距離をミリ単位で計測し平均値を算出した。さらに、粒径と移動距

離との関係を検討するため、移動が生じた全てのペンキ塗布礫の粒径についても、同様にグリッド上で計測を行い、平均粒径ごとの移動距離を求め、それを速度とした。

本研究では、ロープ上部に形成された植被階状土の上面（tread）を Site-N1 とし、その表面角礫層上に100cmと73cmのペンキラインを2本（以下、P-1、P-2と表記する）設置した。加えて、Site-N1 付近の植被階状土上面から前面にかけてロープが形成されている地点を Site-N2 とし、その表面角礫層上に405cmと310cmのペンキラインを交差するよう2本設置した（以下、P-3、P-4と表記する）。

#### 2. 垂直方向の移動速度と特性

Site-N1 におけるロープ構成物質の深さ方向の移動速度とその特性を把握するため、本研究では従来の研究手法を踏襲し、砂礫部においてグラスファイバーチューブ（以下、チューブと表記する）を鉛直方向に埋設し、その変位量および変位深度を計測した。埋設深は、ロープ上面（細粒部）で47cm、ロープ先端（粗粒部）で38cmとし（以下、それぞれC-1、C-2と表記する）、各深度におけるチューブの変形および変位状況を記録した。

両調査地点におけるペンキラインの設置およびチューブの埋設は2005年7月28日に実施し、改測は2006年8月15日に行った（測定期間383日間）。また、2023年10月19日に、調査斜面において地形測量および構造土の再測量を行った。各調査地点とペンキラインの概観を図2に、Site-N1 におけるペンキラインとチューブの位置を図3に示した。

#### 3. 植生調査

Site-N1 付近において、植生調査表および植生図を作成した。植生図の作成にあたっては、P-1 および P-2 付近に最大傾斜方向8m、水平方向10mの方形区を設置し、その範囲内に生育

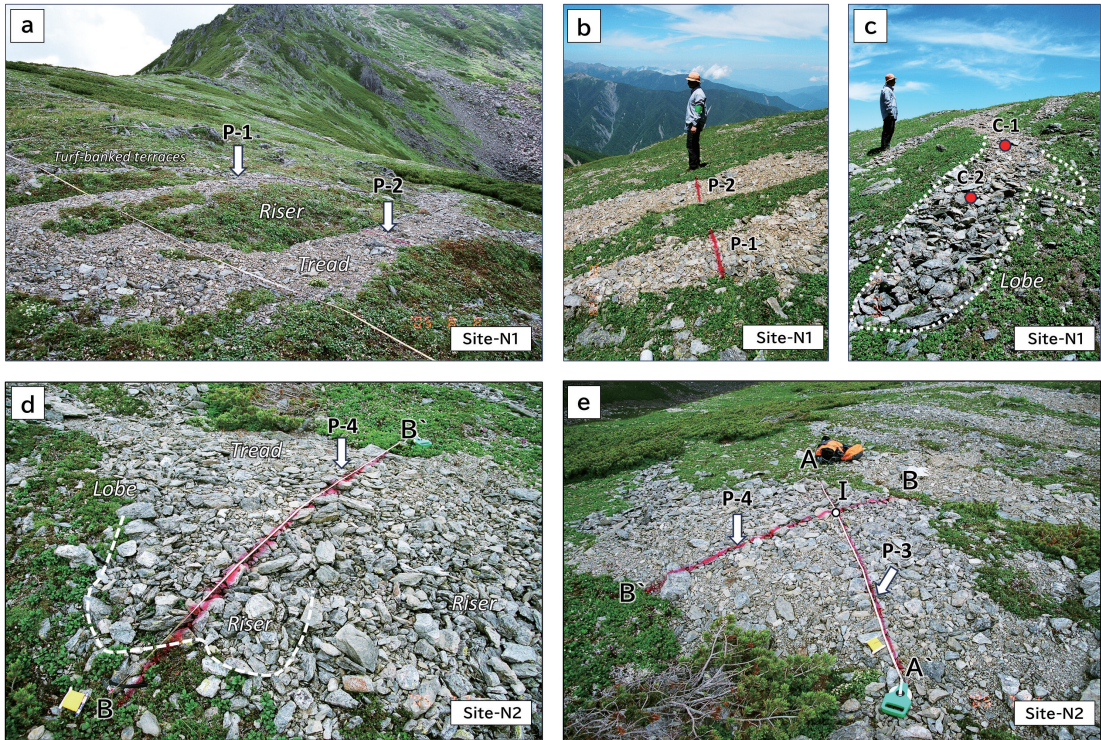


図2 調査地点およびベンキラインの概観

a : 2005年8月9日、b、c、d、e : 2005年7月28日 (全て筆者撮影)。cの赤丸はチューブ埋設地点。

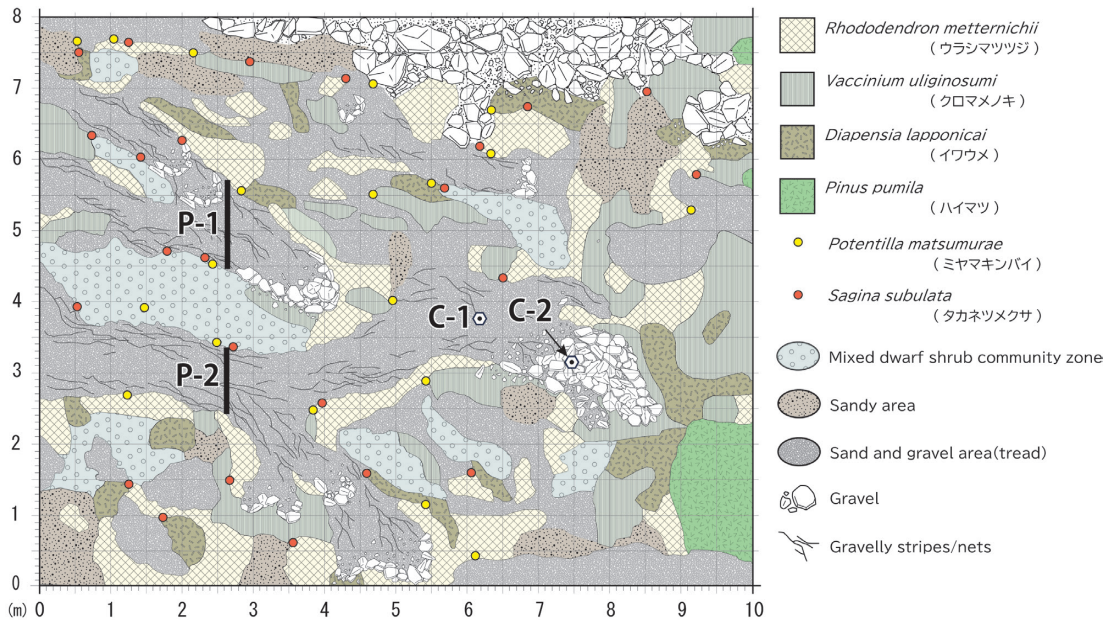


図3 Site-N1付近における植生および構造土分布図

する植物の分布状況を全て記録した。また、同方形区内に分布する構造土についても測量を行い、植生とともにその分布を図化した(図3)。

また、同方形区内に3つの方形区を新たに設置し、詳細な植生調査を実施した。植生の区分は、Braun-Blanquet(1964)の方法を用いて植物調査表を作成した。植生調査表には各植物種を記載し、それぞれの被度・群度を示した。被度および群度は以下の基準で定義した。

被度：方形区内に個々の植物種が示している面積を示す。

- 5：被度が調査面積の3/4以上を占めている。
- 4：被度が調査面積の1/2～3/4を占めている。
- 3：被度が調査面積の1/4～1/2を占めている。
- 2：きわめて個体数が多いか、または少なくとも調査面積の1/20～1/4を占めている。
- 1：個体数は多いが、被度は1/20以下。
- ＋：きわめて低い被度で、わずかな個体数。
- r：きわめてまれに最小被度で出現する。

群度：調査地内に個々の植物個体がどのように配分されて生育しているかを示す。ただし、量の多少には直接関係しない。

- 5：ある植物が、調査地内においてカーペット状(一面)に生育している。
- 4：大きな斑紋状で、カーペットのいたるところに穴があいているような状態。
- 3：小群の斑紋状。
- 2：小群状。
- 1：単生。

#### IV. 構造土の分布と斜面物質移動の速度

##### 1. 丸山周辺における構造土分布

丸山の南北両斜面には、周氷河性平滑斜面が広がっている。風衝斜面である南向き斜面はハイマツ群落や倭生低木群落がパッチ上に分布するのに対し、風背斜面である北向き斜面には矮生低木群落が優占している。丸山周辺に分布する主たる構造土は、礫質網状土・縞状土、ロー

プ、植被階状土で、ロープは南北両斜面に分布する(小山, 2010)。

礫質網状土および縞状土は、南北両斜面に分布するロープおよび植被階状土の上面に形成されている(図3)。これらの構造土はいずれも、全長0.1～4.0m、幅約0.1m程度であり、斜面方位の違いによる規模の顕著な差異は認められない。表面を覆う角礫層はいずれの斜面に分布するものも良好に淘汰されているが、その分布範囲は南向き斜面においてより広い。

ロープは南北両斜面に発達しているが、規模は斜面方位によって異なる。北向き斜面のロープは、全長1.0～2.0m、幅0.4～1.0m、比高0.2～0.4m程度であるのに対し、南向き斜面のものは、全長2.0～4.0m、幅1.5～2.0m、比高0.4～0.7mと、相対的に大型である。いずれのロープにおいても、上面は数cm程度の細粒礫によって構成され、側面および先端(riser)には数十cmの粗粒礫が集中している。また、表面には良好に淘汰された角礫層が認められ、南向き斜面に分布するロープの一部では、側面や上面への植生の侵入が確認された(図3)。

植被階状土は、北向き斜面および南東向き斜面に分布している。北向き斜面のものは、全長12.0m、上面幅0.2～0.4m、前面幅0.4～1.0m、比高0.2～0.4m程度であり、上面は平均粒径6cmの細粒礫から構成されている。一方で、表面角礫層の淘汰は不良である。上面は概ね平坦で、等高線に沿って伸長しているが、斜面が急傾斜となる箇所では、最大傾斜方向に向かってロープ状の地形が形成されている(図3)。また、前面を被覆する矮生低木群落によりソリフラクションが抑制されている箇所と、礫が越流している箇所が混在しており、特に斜面下部では、明瞭な階段状の形態を示さない部分も認められる。

一方、南東向き斜面の植被階状土は、より広範囲に分布している。これらは、上面幅0.2～1.0m、前面幅0.2～1.5m、比高0.2～0.3m程

度で、上面は直線的、あるいは両端が斜面上方へ向かって弓状に湾曲した形態を示し、等高線に沿って発達している。南東向き斜面に分布する植被階状土は、北向き斜面のものと比較して段数が多く、ローブが複合的に分布する斜面下部を除けば、縦断形は明瞭な階段状の形態を呈する。丸山周辺における構造土の概要を表1に示す。

## 2. 斜面物質移動の速度と特性

### 1) ペンキラインの変形

測線 P-1 を設置した Site-N1 は植被階状土の上面で、マトリックスに富む平均粒径 6cm の角・亜角礫およびシルト質細粒から構成されており、斜面傾斜は約 13° であった。さらに、上面の砂礫部では礫の淘汰が生じ、礫質縞状土が形成されている。この上面は最大傾斜方向に延びており、その末端部にローブが形成されている (図 3)。また、ローブ末端部を構成する一部の礫は、イワウメ (*Diapensia lapponica*) などを

主体とする矮生低木群落を越流していた。

P-1 では、粒径 1 ~ 2cm 程度のペンキ塗布礫が全体的に凸型 (舌状) に変位しており、移動速度の最大値は 15.5cm/yr、平均値は 5.2cm/yr であった。粒径が 5cm を超えると移動速度は低下し、3.5cm/yr となった。また、シルト質細粒が露出する箇所や中粒礫部においても、同様に凸型の変位や波状の変位が認められ、一部で移動速度が 30.5cm/yr を超えてしまい (図中外)、追跡不能となるものもあった。一方、不動点近くのペンキ塗布礫はほとんど移動していなかった。

測線 P-2 は P-1 に比べて細粒礫およびシルト質細砂に乏しく、粒径 10cm 程度の角・亜角礫によって構成され、斜面傾斜は約 15° であった。また、表面礫は概ねオープンワーク構造を示し、淘汰も良好ではない。ここでは、粒径 10cm 程度のペンキ塗布礫が基線に対してほぼ平行に 2.2cm/yr 移動していたのみであった (図 4)。

表 1 丸山周辺における構造土の規模と形態

| Patterned ground type | Slope aspect | Length (m) | Width (m) | Relative height (m) | Mean surface clast size (cm)               | Slope angle (°)                 | Sorting                    | Morphological Characteristics |    |
|-----------------------|--------------|------------|-----------|---------------------|--|---------------------------------|----------------------------|-------------------------------|----|
| Gravelly stripes/nets | N            | 0.1-4.0    | 0.1       | -                   | Coarse: 5 / Fine: 2<br>Coarse: 5 / Fine: 1 | 5-30                            | Well sorted                | -                             |    |
|                       | S / SE       | 0.5-3.0    |           |                     |  | 5-10                            |                            |                               |    |
| Solifluction lobe     | N            | 1.0-2.0    | 0.4-1.0   | 0.2-0.4             | Tread: 1-5<br>Riser: 15                    | Tread: 5-10<br>Riser: 45        | Well sorted                | *1                            |    |
|                       | S            | 2.0-4.0    | 1.5-2.0   | 0.4-0.7             | Tread: 3<br>Riser: 10 (partly vegetated)   | Tread: 5-10<br>Riser: 20-30     |                            | *2                            |    |
|                       | N            | 12.0       |           | 0.2-0.4             | Tread: 0.2-0.4<br>Riser: 0.4-1.0           | Tread: 6<br>Riser: Vegetated    | Tread: 0-5<br>Riser: 20-45 | Poorly sorted                 | *3 |
| Turf-banked terraces  | SE           | 40.0       |           | 0.2-0.3             | Tread: 0.2-1.0<br>Riser: 0.2-1.5           | Tread: 5-10<br>Riser: Vegetated | Tread: 0-5<br>Riser: 20-45 | Well sorted                   | *4 |

\*1: Developed at the downslope edge of the tread of turf-banked terraces

\*2: Part of the riser is vegetated

\*3: Straight tread surface

\*4: Curved tread surface

小山 (2010) を基に作成した

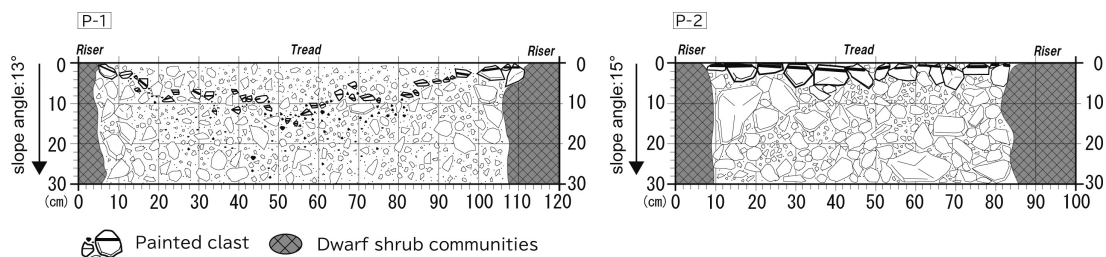


図 4 P-1 および P-2 におけるペンキラインの変形 (Site-N1)

観測期間は 2005 年 7 月から 2006 年 8 月

Site-N2は、主として粒径約5cmの角礫および亜角礫から構成されており、粒径10～15cm程度の角・亜角礫が散在または局所的に密集して分布している。また、図5のA付近に位置するロープ末端部では、マトリックスに乏しい粒径10cm程度の角・亜角礫が認められ、その一部は植被階状土の前面（植被地）を破壊する形で越流している。測線P-3は、A'付近から粒径10～15cm程度の粗粒礫が密集する地点を通過し、粒径約5cmの角・亜角礫が卓越する上面の最高部付近（点I）を経て、粗粒礫で構成されるロープ末端部に向かって延長した。この測線に沿った斜面傾斜は、A'付近から点IまでがB'方向に向かって約10°、点I付近からA付近のロープ末端部に向かっては約24°であった。一方、Site-N2のロープ上面は全体としてコンベックス状の形態を呈しており、測線P-4はこれを

横断するように設置した。P-4に沿った斜面傾斜は概ね18°で、図中B'付近にはマトリックスに乏しい粒径10cm程度の角・亜角礫が密集する箇所が認められた。

P-3では、粒径5cm程度のペンキ塗布礫が、基線に対してほぼ平行に5.0cm/yrの移動が認められた。また、地表付近まで細粒物質に充填された粒径10cm程度の表面礫も、同じく2.0cm/yrの平行移動が認められた。一方、測線上の粒径10cm程度の角・亜角礫が密集している地点では、ペンキ塗布礫の移動は認められなかった。

また、点I付近からB付近にかけては小規模なロープ状地形が認められ、粒径約5cmの礫からなる上面では、最大傾斜方向であるB'方向（基線に沿った方向）へ3cm/yrの移動が観測された。一方で、この付近に設置したペンキ塗

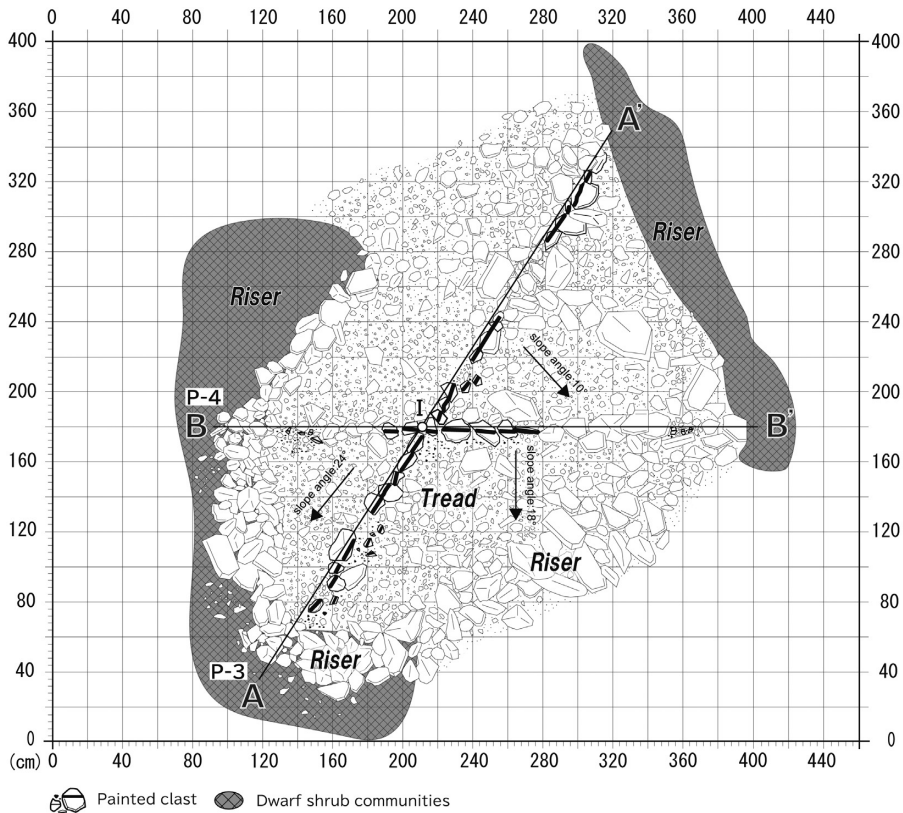


図5 P-3およびP-4におけるペンキラインの変形 (Site-N2)

観測期間は図4と同じ

布礫は、基線に対して平行方向への移動も1cm/yr程度示しており、単純な斜面下方移動ではない複雑な動きを示すことが確認された。P-3およびP-4のペンキラインの変形を図5に示す。

## 2) 変位深度とチューブの変位形態

C-1を埋設したロープ上面(細粒部)は傾斜約13°で、表面礫は粒径1~5cm程度の角・亜角礫からなり、マトリックスに富んでいた。地表面から深度15cm程度までは細粒礫・中粒礫が混在する細砂層、そこから5cm以深までは粒径5cm程度の中粒礫層によって構成されていた。45cm以深は、シルト質細砂であった。

C-1は、深度15cm程度から徐々に変位が始まり、概ね直線状に変形しながら地表面付近で約3cm変位していた。C-2を埋設したロープ末端(粗粒部)は傾斜約10°で、表面礫はマトリックスに乏しい粒径10cm程度の角・亜角礫からなり、地表面から深度20cm程度までは砂層、20~30cm深ではシルト質細砂層が分布していた。それ以下、30~40cmまでは粒径5cm以下の細礫を含む細砂層、40cm以下は粒径5~10cm程度の中粒礫を含むシルト質細砂層であった。ここでは、深度7cmからチューブの変形が認められ、地表面付近での変位量は1.5cmと、きわめて小さい値となった(図6)。

P-1およびP-2を設置した地点と、C-1およびC-2を埋設した地点は厳密には一致しないが、いずれも表面角礫層の層相は類似している。実際に、ペンキ塗布礫の移動距離とチューブの地表面付近の変位量は概ね同程度の値を示していた。また、チューブ変位の下限深度から判断すると、Site-Nの構造土では、物質移動が生じている深度は比較的浅いことが明らかとなった。

## 3. 凍結・融解サイクルと斜面物質移動の関係

Site-Nにおける地温条件および凍結・融解サイクルについては、小山(2024)において既に

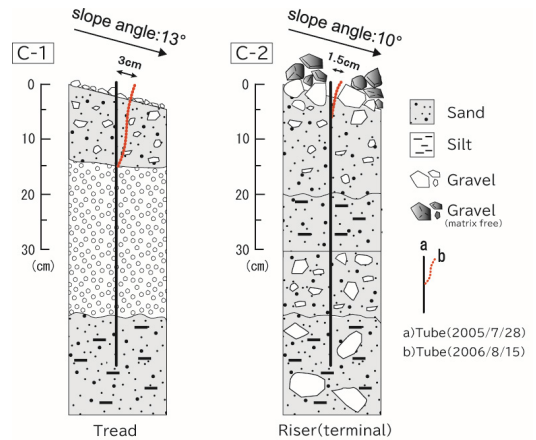


図6 C-1およびC-2における土層柱状図と埋設チューブの変形 (Site-N2)

観測期間は図4と同じ

報告されている。これを基にSite-Nの周氷河環境を整理すると、以下のとおりである。

細粒部では、地表面における日周期性の凍結・融解サイクルは10月上旬に初めて発生し、季節凍土層形成直前の11月上旬まで頻発した。その総回数は24回である。季節凍土層の形成は11月中旬に始まり、数日後には凍結前線が深度40cmに達した。季節凍土層形成期(凍結期)においては、地表面で3回の凍結・融解サイクルが確認された。一方、融解進行期における最初の凍結・融解サイクルは5月下旬に発生し、6月中旬までに計15回生じた。さらに、凍結期にあたる3月にも7日間にわたる凍結・融解サイクルが認められた。季節凍土層の融解は5月下旬に開始し、14日後には融解前線が深度40cmに達した。

粗粒部においても、地表面における日周期性の凍結・融解サイクルは10月上旬に初めて確認され、11月下旬まで頻発し、その総回数は29回であった。季節凍土層の形成は10月下旬に始まり、数日後には凍結前線が深度40cmに到達した。季節凍土層形成期(凍結期)には、地表面において13回の凍結・融解サイクルが生じた。一方、融解進行期の最初の凍結・融解サイクルは5月下旬に発生し、7月上旬までに

計14回認められた。季節凍土層の融解は細粒部と同様に5月下旬から始まり、24日後には融解前線が深度40cmに達した。その約3か月後には、再び地表面で日周期性の凍結・融解サイクルが発生し、凍結進行期へ移行した。

以上の結果から、Site-Nでは凍結進行期および融解進行期において、日・短日周期的な凍結・融解が高頻度で生じ、それに伴って表面角礫層のごく薄い部分や細粒物質が露出する部分の深度15cm以浅において、霜柱クリープやフロストクリープ、さらにはジェリフラクションが複合して生じているものとみなされる(澤口、1992; Matsuoka, 2001; Matsuoka *et al.*, 2005)。たとえば、比較的マトリックスに富み、表層が細礫およびシルト質細砂で構成されていたP-1や、平均粒径がおおむね4cm以下の細礫部において、ペンキ塗布礫が波状に変位していた箇所ではこれらのプロセスが複合したものと考えられ、その結果移速度が大きくなったものとみなされる。また、P-1において細砂や細粒礫の一部が流亡して追跡不能となったものは、これらの複合のプロセスに加えて、局所的な過剰水分供給に起因するアースフロー、あるいは地表面を流下する降雨水や融雪水によって生じたウォッシュに伴う物質移動も加わったものと解釈される(たとえば、檜垣、1990)。

一方、澤口(1992)によれば、表面角礫層が日周期的な凍結・融解の及ぶ深さよりも厚かったり、礫の粒径が大きかったりする所では、このような短周期的な凍結・融解による移動は生じにくく、むしろ凍結が地中に進行していく過程、あるいは融解が進行していく過程での年周期的な凍結・融解によって移動が生じる。ここでは、表面角礫層下の細粒物質中で生じるフロストクリープ、ジェリフラクションが優勢なプロセスとなり、これらが表面礫に平行移動のパターンをもたらすとしている。Site-Nにおいても、P-2、3、4のペンキ塗布礫の一部が基線に対してほぼ平行に移動していたことから、この

ような箇所では上記のプロセスが卓越しているものと推測される。

実際に、Site-Nの細粒部および粗粒部における地表面付近では、4月末から5月末にかけての約1か月間、日較差が0℃、もしくは0℃にきわめて近い値で安定していたことが示されている。このことは、当該期間において15cm以上の積雪が存在していた可能性が高いことを示唆する。したがって、4月末から5月末にかけての融解進行期には、Site-Nでは概ね深度15cm以浅において季節凍土と融解水が共存する状態にあったと解釈され、この深度範囲までジェリフラクションが生じていた可能性が高い(たとえば、Harris *et al.*, 2008)。また、ペンキ塗布礫が凸型(舌状)に変位していた箇所は、ジェリフラクションの関与を示唆する特徴的な現象と考えられていることから(高山地形研究グループ、1978)、これらの解釈を支持する結果といえる。なお、このような物質移動の動態は、調査地点に近接する大聖寺平において報告された佐々木ほか(2013)の観測結果とも整合的である。

#### 4. 植生分布と斜面物質移動の関係

斜面物質移動は一般に斜面の最大傾斜方向に生じるが、植物群落の立地条件によっては、その移動が部分的に抑制される場合がある。一方、背丈の低い矮生低木群落では、斜面物質移動が活発化するとその抑制効果が十分に機能しなくなる(小疇、1965)。つまり、群落内に空隙や被覆の乏しい箇所が存在する場合には、それを起点として斜面物質移動が集中し、植被階状土の前面が破壊される可能性が高い。

Site-Nには主として矮生低木群落が分布しており、特に植被階状土上面の砂礫地縁辺部には、ウラシマツツジ(*Rhododendron metternichii*)、ミヤマキンバイ(*Potentilla matsumurae*)、クロマメノキ(*Vaccinium uliginosum*)、タカネツメクサ(*Sagina subulata*)が密集している(図3、

表2 丸山北向き斜面 (Site-N) における矮性低木群落の植生調査表

| # spp.  | ①   | ②   | ③   | Constancy |
|---|-----|-----|-----|-----------|
| 1 <i>Rhododendron metternichii</i> /ウラシマツツジ   | 3・3 | 3・3 | 3・3 | 3         |
| 2 <i>Potentilla matsumurae</i> /ミヤマキンバイ       | 2・2 | 1・2 | 2・2 | 3         |
| 3 <i>Poa alpina</i> /ミヤマノガリヤス                 | 2・2 | 1・2 | +・2 | 3         |
| 4 <i>Vaccinium uliginosum</i> /クロマメノキ         | 2・2 | 1・2 | 1・2 | 3         |
| 5 <i>Saxifraga bronchialis</i> /コバノコゴメグサ      | 2・2 | 3・3 | 3・3 | 3         |
| 6 <i>Oplismenus</i> sp./スズメノヒエ sp.            | +   | +・2 | 3・5 | 3         |
| 7 <i>Gentiana triflora</i> /トウヤクリンドウ          | +   | +   | +   | 3         |
| 8 <i>Polygonum viviparum</i> /ムカゴトラノオ         | +・2 | +   | +   | 3         |
| 9 <i>Pedicularis chamissonis</i> /ヨツバシオガマ     | +   | +   | +・2 | 3         |
| 10 <i>Elymus</i> sp./エイランタイ sp.               | 1・2 | 1・2 | 3・3 | 3         |
| 11 <i>Diapensia lapponica</i> /イワウメ           | 2・2 | 1・2 |     | 2         |
| 12 <i>Carex capillaris</i> /イワスゲ              | 2・2 | 1・2 |     | 2         |
| 13 <i>Agrostis</i> sp./ウシノケグサ sp.             | 2・2 | 1・2 |     | 2         |
| 14 <i>Sagina subulata</i> /タカネツメクサ            | +・2 | 1・2 |     | 2         |
| 15 <i>Oxytropis japonica</i> /オヤマノエンドウ        | 1・2 |     | 1・2 | 2         |
| 16 <i>Gentiana algida</i> /チシマギキョウ            | +・2 |     | +・2 | 2         |
| 17 <i>Sphagnum</i> sp./ハナゴケ sp.               | +・2 |     | 1・2 | 2         |
| 18 <i>Mitriformis japonica</i> (hyp.)/ミヤマコウボウ |     | +・2 | 1・2 | 2         |
| 19 <i>Pogonatum</i> sp./タカネコウボウ               | +・2 |     |     | 1         |
| 20 <i>Anemone narcissiflora</i> /ハクサンイチゲ      | +   |     |     | 1         |
| 21 Moss sp./コケ sp.                            |     | +・2 |     | 1         |
| 22 <i>Carex</i> sp./カレックス sp.                 |     |     | 3・3 | 1         |

1)Circled numbers indicate quadrat numbers.  
2)Values are shown in the order of cover and sociability.

被度・群度の基準は本文中参照

表2)。ウラシマツツジは比較的大きな葉を有し、斜面物質移動に対して物理的な抵抗として機能している可能性がある。また、タカネツメクサやミヤマキンバイは、植被階状土の前面と上面の境界部にパッチ状に分布していることが多く、それぞれの株が表面礫の移動を局所的に抑制していると考えられる。

このような植生種が分布する箇所では、ソリフラクションによる物質移動が生じているにもかかわらず、植被階状土前面の明瞭な破壊は認められなかった。一方、表面礫が植被階状土前面を破壊し、植生を覆うように堆積している箇所では、イワウメに代表されるような、背丈および葉面積の小さい植生が卓越している場合が多かった。つまり、これらの植生が生育している個所では、物質移動に対する抵抗力が相対的に小さくなり、斜面物質移動が優勢となることで、植生による抑制効果が失われた状態になっている。そのため、一度形成された植被階状土は、前面を覆う植生種の特性や物質移動の速度に応じて、その形態が変化し得ると推測される。すなわち、このような植生分布と物質移動との関係は、構造土の規模や形態の形成に関与

するだけでなく、形成後の形態変遷を規定している可能性が高いと考えられる。

## V. まとめ

本研究では、南アルプス南部の丸山周辺を対象として、構造土を主とする周氷河地形の分布を明らかにするとともに、ロープおよび植被階状土を構成する物質の移動速度と動態を三次元的に測定した。また、植生分布と斜面物質移動との関連についても検討した。その結果は、以下のようにまとめられる。

- 1) 丸山の南北両斜面には、周氷河性平滑斜面が広範囲に広がっており、そこに分布する主たる構造土は、礫質綱状土・縞状土、ロープ、植被階状土であった。また、ロープは丸山の南北両斜面に分布していた。
- 2) Site-N1のP-1では、粒径1~2cmのペンキ塗布礫が凸型(舌状)、あるいは波状に変位し、最大15.5cm/yr、平均5.2cm/yrの移動速度を示した。一方、粒径5cm超では3.5cm/yrまで低下した。P-2やSite-N2のP-3、P-4において、粒径10cm程度の粗粒礫でマトリックスに乏しい角・亜角礫は、ほぼ平行に移動しており、その移動速度も約2.0cm/yrと小さかった。
- 3) Site-N1のチューブは、C-1で深度15cm、C-2で深度7cmから変形が認められ、地表付近の変位量はそれぞれ約3cmと1.5cmであり、物質移動は浅部に限定されていた。
- 4) Site-Nでは凍結進行期・融解進行期に日・短日周期的な凍結・融解が高頻度で生じ、霜柱クリープやフロストクリープ、ジェリフラクションが複合的に作用して礫の移動を引き起こした。特に細粒部において移動が顕著で、融解期には深度15cm以下で季節凍土と融解水が共存

し、ジェリフラクションが卓越している  
とみなされた。一方、角礫層が厚く粒径  
が大きい場所では年周期的な凍結・融解  
に伴うフロストクリープ、ジェリフラク  
ションが卓越し、礫の平行移動が生じた  
と考えられる。

- 5) 斜面物質移動は一般に最大傾斜方向に生  
じるが、植生の種類や分布によって抑制  
される場合がある。Site-Nでは、葉面積  
の大きい矮生低木が表面礫の移動を局所  
的に抑制し、植被階状土前面の破壊を防  
いでいた。一方、背丈や葉面積が小さい  
植生が卓越する箇所では抑制効果が弱  
く、物質移動に伴う前面破壊が生じてい  
た。つまり、植生と物質移動の関係が、  
構造土形成後の形態変遷を規定している  
と推定された。

本研究では、構造土を構成する物質の移動速  
度を計測し、その動態を三次元的に明らかにし  
たが、周氷河性平滑斜面全体における物質移動  
の実態については十分に言及できていない。今  
後は、測定地点や測定期間を拡張してデータを  
蓄積するとともに、ロープや植被階状土以外の  
微地形も対象に含めることで、斜面スケールに  
おける物質移動の動態を明らかにしていく必要  
がある。また、本地域は周氷河地形がまとま  
って分布する日本最南端の山域であることから、  
中・高緯度地域やより高標高帯の周氷河地形と  
の比較を通じて、低緯度・低標高条件下にお  
ける周氷河作用の発現様式や強度を定量的に評価  
することが重要な課題であると言えよう。

本論文は、明治大学大学院文学研究科に提出した修  
士論文(2006年度)および博士論文(2011年度)の一部  
を大幅に加筆・修正し、新たに調査したデータを加え  
再解析したものである。修士論文・博士論文をまとめ  
るにあたり、明治大学の梅本 亨先生には終始ご指導  
頂いた。現地では、増沢武弘先生(静岡大学名誉教授)、  
高橋伸幸先生(北海学園大学名誉教授)、長谷川裕彦先

生(明星大学)、澤口晋一先生(新潟国際情報大学)、  
佐々木明彦先生(国土館大学)、天井澤暁裕先生(東京  
都市大学塩尻高等学校)、青山雅史先生(群馬大学)、小  
久保裕介氏(当時、明治大学大学院生)、加藤健一氏、  
菅澤雄大氏(当時、静岡大学大学院生)ほか、多くの  
方々に大変お世話になった。本研究を実施するにあ  
たり、株式会社特種東海フォレスト、静岡県自然保護課、  
環境省担当部署の皆様から格別のご配慮をいただいた。  
上記の方々に、記して感謝申し上げます。なお、本稿  
の骨子は、2006、2007、2011年日本地理学会春季学術大  
会およびINQUA XIX Congress 2015において発表した。  
本研究は、平成21年度明治大学文学部阿部英雄研究奨  
励金、令和5年度南アルプス学会研究助成、文部科学  
省科学研究費補助金基盤研究C(代表者：小山拓志、課  
題番号23K00978)の一部を使用した。

## 文 献

- 石井孝行(1976)：足尾山地北部の山地斜面における凍  
結・融解による斜面物質の移動。地理学評論, 49,  
523-537.
- 岩田修二(1980)：白馬岳の砂礫斜面に働く地形形成作  
用—移動様式とその強度—。地学雑誌, 83, 319-  
335.
- 岡沢修一・小崎 尚・岩田修二・相馬秀広(1975)：赤  
石岳、大聖寺平におけるSolifluctionについて。日  
本地理学会予稿集, 9, 130-131.
- 小崎 尚(1964)：鳳凰山における構造土の観察と実験。  
駿台史学, 11, 172-196.
- 小崎 尚(1965)：大雪火山群の構造土。地理学評論,  
38, 179-199.
- 高山地形研究グループ(1978)：『白馬岳高山帯の地形  
と植生』。163p.
- 小山拓志(2010)：南アルプス南部の赤石岳周辺にお  
ける構造土の分布と形態。駿台史学, 138, 151-169.
- 小山拓志(2024)：南アルプス南部、悪沢岳周辺にお  
ける地温環境。駿台史学, 183, 139-156.
- 小山拓志・天井澤暁裕・加藤健一・増沢武弘(2007)：  
4-1 丸山北向き斜面における構造土の分布。増沢  
武弘編著：『南アルプスの自然』。静岡県環境森林  
部自然保護室, 321-333.
- 小山拓志・天井澤暁裕・増沢武弘(2015)：気温観測結  
果からみた南アルプス南部高山帯における周氷河

- 環境. 駿台史学, **153**, 1-16.
- 佐々木明彦・長谷川裕彦・増沢武弘 (2013): 南アルプス南部, 大聖寺平に分布する雪窟の形成過程. 地理学雑誌, **122**, 694-708.
- 澤口晋一 (1987): 北上山地山稜部の荒廃裸地における凍結・融解による斜面物質移動. 地理学評論, **60**, 795-813.
- 澤口晋一 (1992): スピッツベルゲンおよびわが国の高山・山地における凍結融解による斜面物質移動. 地理学評論, **65**, 92-104.
- 澤口晋一・小崎 尚 (1998): 北上山地山稜部における斜面物質移動と凍上に関する野外実験. 地形, **19**, 221-242.
- 静岡県 (1994): 土地分類基本調査「赤石岳・身延・大河原・鰐沢」1:50,000 表層地質図及び同説明書. 静岡県農政部農地計画課, 63p.
- 相馬秀広・岡沢修一・岩田修二 (1979): 白馬岳高山帯における砂礫の移動プロセスとそれを規定する要因. 地理学評論, **52**, 562-579.
- 檜垣大助 (1990): 飯豊山地山稜部における斜面物質移動の観察. 東北地理, **42**, 20-21.
- 松岡憲知 (1991): 赤石山脈の高山環境における地温の通年観測. 地形, **12**, 41-49.
- 松島伸幸 (2006): 地質と地質構造. 町田 洋・松田時彦・海津正倫・小泉武栄編: 『日本の地形5中部』. 東京大学出版会, 161-164.
- Braun-Blanquet (1964): 『植物社会学』. 鈴木時夫訳, 朝倉書店, 359p.
- Harris, C., Kern-Luetschg, M. A., Smith, F. W. and Isaksen, K. (2008): Solifluction processes in an area of seasonal ground freezing, Dovrefjell, Norway. *Permafrost and Periglacial Processes*, **19**, 31-47.
- Matsuoka, N. (1994): Continuous recording of frost heave and creep on a Japanese alpine slope. *Arctic and Alpine Research*, **26**, 245-254.
- Matsuoka, N. (1996): Soil moisture variability in relation to diurnal frost heaving on Japanese high mountain slopes. *Permafrost and Periglacial Processes*, **7**, 139-151.
- Matsuoka, N. (1998): Modelling frost creep rates in an alpine environment. *Permafrost and Periglacial Processes*, **9**, 397-409.
- Matsuoka, N. (2001): Solifluction rates, processes and landforms: A global review. *Earth-Science Reviews*, **55**, 107-134.
- Matsuoka, N., Ikeda, A. and Date, T. (2005): Morphometric analysis of solifluction lobes and rock glaciers in the Swiss Alps. *Permafrost and Periglacial Processes*, **16**, 99-113.

# 東京都立水元公園に生息するカルガモの分布・生態と環境条件

式見彩夏\*・嶋田哲郎\*\*・磯谷達宏\*\*\*

\*本学地理・環境コース 2025年3月卒業

\*\* (公財) 宮城県伊豆沼・内沼環境保全財団研究室長

\*\*\*本学地理・環境コース 教授

## I. はじめに

カルガモ (*Anas zonorhyncha*) は、河川や水田地帯、公園の池などで見られる身近な水鳥である。都市域にも生息し、住民に親しまれているカルガモのような鳥類の分布・生態とその要因については、地理学の立場からも注目に値するが、カルガモに関する専門的な研究は、まだ十分に行われているとはいえない。

カルガモについて過去に行われた研究では、越冬期・繁殖期で短距離移動を行うこと (關 2009) や、北海道における繁殖期の分布 (藤巻 2021) が報告されている。関東地方においては、Shimada (2001) がカルガモのねぐらの選好性と、ヒトから逃避行動を開始する距離を報告しており、カルガモが水田や水路などの水域に広く分布することが明らかにされている。また、カルガモは昼間に広い池などで休息を取り、夜間は採食のために近くの水田地帯に移動することが報告されている (嶋田ほか 2019、嶋田 2021)。庄司 (1976) では、東北地方におけるカルガモによるイネの食害が報告されており、その後も佐藤・東 (2003) により、少数ではあるがカルガモによるイネの食害の事例があることが報告されている。このようなカルガモに関する研究の多くは、越冬期に日本へやってくるカモ類を中心に行われた研究の一部として示されている。カルガモを主な調査対象とした研究も行われてはいるが、その多くが水田地帯で行われた研究で、都市域において非繁殖期と繁殖期を比較した研究はみられない。

いっぽう、都市域における水鳥類の研究としては、東京都西部などを対象としたもの (船久保ほか 1995) や、千葉県市川市の一部と浦安市を対象としたもの (嶋田 1998) などが挙げられる。船久保ほか (1995) では、都市域の湖沼を対象に越冬期から繁殖期にかけて調査を行い、水鳥類の出現種数の変化を示した。また、ヒトによる給餌の有無や、釣りなどのレクリエーションの有無が、水鳥の密度および抽水植物被覆率に差が見られたことも報告している。嶋田 (1998) では、新浜周辺の埋め立て地における土地利用の変化で、越冬期に飛来する種に増減がみられたことを報告している。しかし、いずれの研究も個々の種に関するデータはほとんど示されていない。

そこで本研究では、都市域に生息するカルガモ個体群が、生息地の環境においてどのように分布し行動しているのかについて、非繁殖期から繁殖期にかけての東京都立水元公園とその周辺地域を対象として明らかにすることを目的とした。

## II. 調査地域の概要

今回、調査地域として選定したのは、東京都葛飾区の北東部に位置する、東京都立水元公園 (以下、水元公園) とその周辺地域である (図 1)。鳥類の個体数や行動などを定期的に記録する主要な調査の調査地として、都市域内の緑地としては例外的に多様な水辺の環境をもち面積も広い、水元公園を選定した。また、昼間に

水元公園にいるカルガモが夜間に利用する可能性がある地域として、水元公園に近く、カルガモが利用できそうな水路がある千葉県松戸市の矢切地区を選定した。

水元公園は東京都葛飾区の北東部に位置し、東京都内で唯一水郷の景観をもつ公園である。東京都葛飾区と埼玉県三郷市の県境に沿って走る小合溜（こあいだめ）と、そこから引かれた水路を中心に、約96.3haの広さを誇る。公園の周囲は、東京都側・埼玉県側共に住宅地が広がっており、埼玉県側の小合溜を挟んだ一部はみさと公園となっている。水元公園の東側は、都道54号松戸草加線と国道298号、その高架には東京外環自動車道が走り、最東端は江戸川の土手と隣接している。都市域でありながら広大な水域と樹林地を有し、カワセミ (*Alcedo atthis*) やオオタカ (*Accipiter gentilis*) といった貴重な鳥類も見られる。

矢切地区は、千葉県松戸市の南西部に位置する田園地帯である。調査を行った範囲は、東西約900m、南北約1400mの田園地帯とした(図2)。調査範囲のほとんどが農地で占められており、住宅地は北西部と東部にまばらにみられる程度である。中央には南北に坂川が流れており、周囲の農道には水路が川と概ね並行・垂直に引かれている。西側には土手を隔てて江戸川が流れており、東京都と千葉県の県境を形成している。

### Ⅲ. 調査方法

#### 1. 調査地域の環境区分

調査を行うにあたり、調査地域である水元公園を、カルガモにとっての環境の違いという視点から9つの環境区に分け、それぞれの環境区ごとに観測のための定点を1～3か所設置

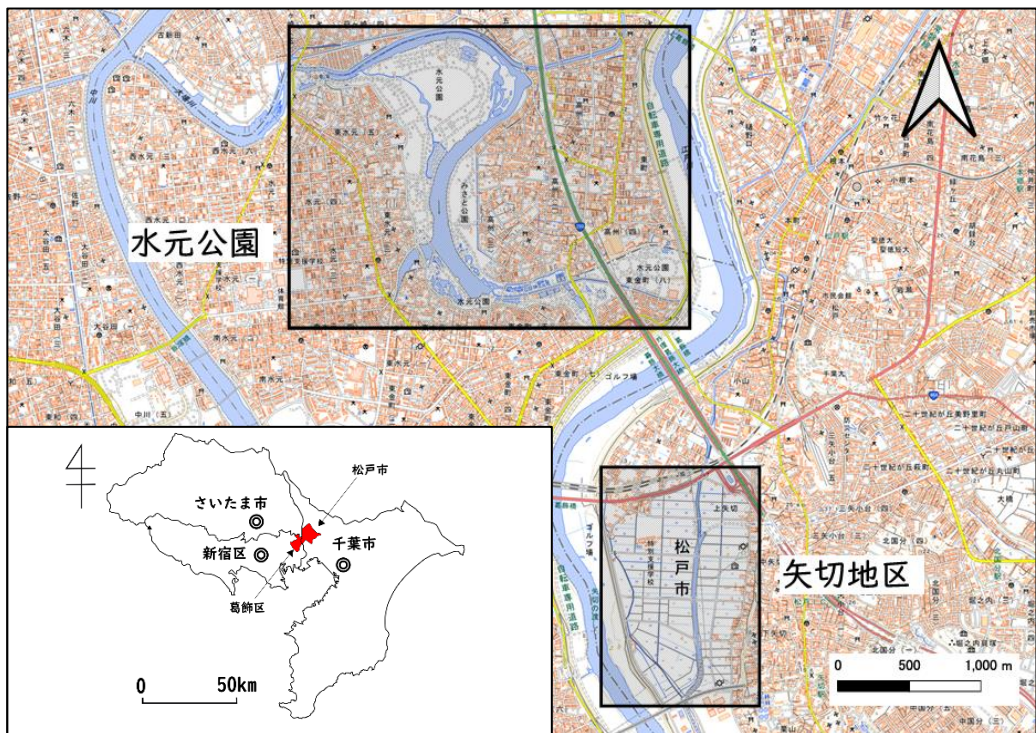


図1 調査地域の位置図

地理院地図に筆者が加筆。斜線部が調査地域周辺。

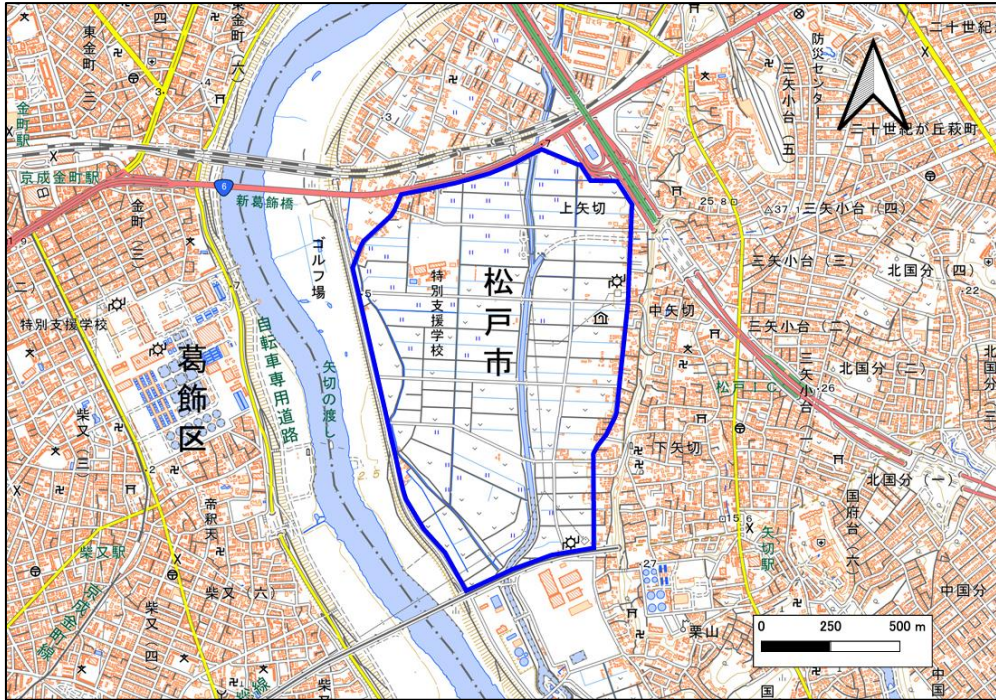


図2 矢切地区とその周辺

地理院地図に筆者が加筆。青線で囲んだ地区が調査範囲。

したほか、一部の区域では小規模なセンサスルートを設定した(図3)。これらの環境区分に応じた調査地点・調査ルートごとに、カルガモの非繁殖期(2月~3月)と繁殖期(5月~6月)にそれぞれ平日3回、日曜日(祝日含む)3回、計6回ずつの調査を行った。調査は、天気の良い日に限って行い、調査時間は午前9時から午後3時頃までとした。また、調査時間による出現鳥類の偏りを防ぐため、小台溜の周囲を反時計回りで回るような次の3つの調査順路を決めて、各環境区分の調査時間が特定の時間帯に偏らないように、調査を行った。

- ①：環境区1~9(定点3-3を除く)→  
定点3-3
- ②：環境区4~9→定点3-3→  
環境区1~3(定点3-3を除く)
- ③：環境区7~9→定点3-3→  
環境区1~6(定点3-3を除く)

なお、鳥類の調査は、目視のほか、APS-Cセ

ンサーの一眼レフカメラ(Nikon D5600)と望遠ズームレンズ(最大300mm)を用いて行った。

## 2. 鳥類センサス

定点については、各環境区分において、水域を広く見渡せる場所に必要十分な数を設けて調査を行った。各定点では、10分ずつ、観察半径を100mに設定して、調査時間内に出現した対象鳥類の個体数とその行動を記録した。なお、個体数の記録は、調査時間内に調査範囲の内外を行き来する対象鳥類がいた場合、できるだけ個体識別をした。個体識別は、たとえば泳いで調査範囲内外を出入りしたものなど、目視で可能な範囲で行い、同じ個体であれば1羽として数えた。また、繁殖期にカルガモのヒナを観測した場合は、成鳥と幼鳥とに分けて個体数を数えた。鳥類の学名は、日本鳥学会編(2024)に従った。

水域を広く見渡せる定点を設置できない一部

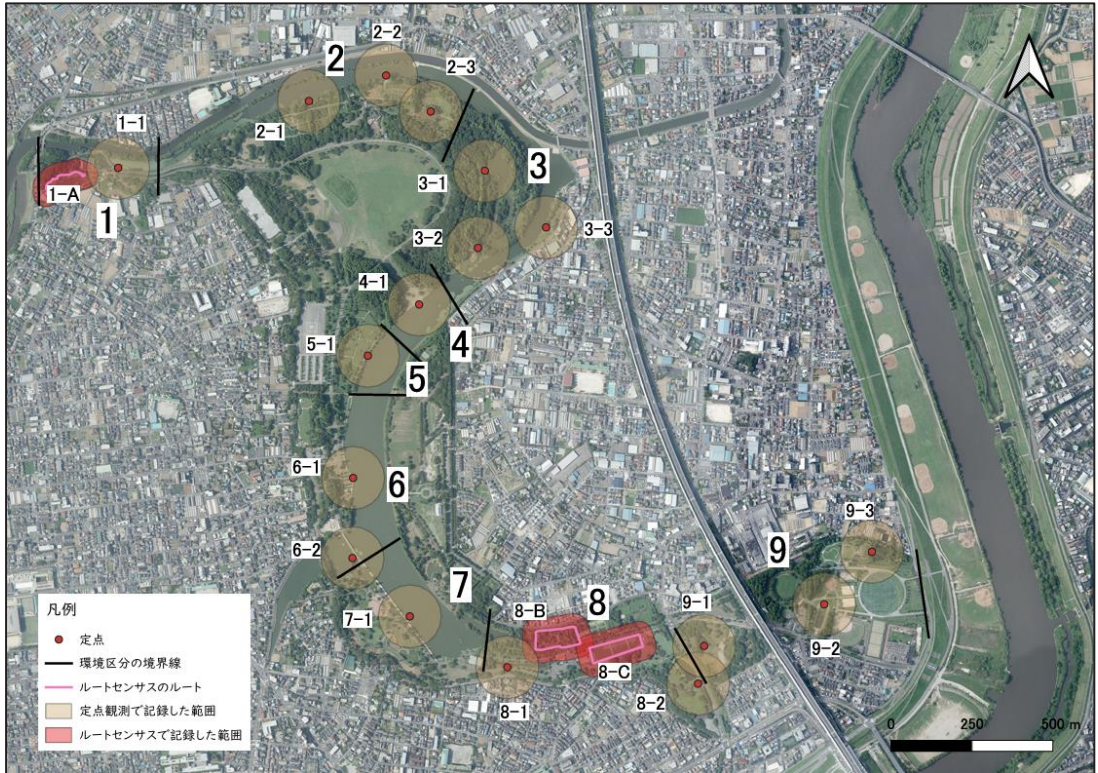


図3 水元公園の環境区分と調査地点および調査ルート

国土地理院のシームレス空中写真(2019年撮影)に筆者が加筆。

の池では、池の周りを一周、もしくは半周できる小規模なセンサスルートを設定して調査を行った。このセンサスルートを時速約2kmで歩き、観察範囲を両側50mとして、対象鳥類の出現数とその行動を記録した。

### 3. ヒトの個体数と行動の調査

定点観測・ルートセンサスの調査の開始前と終了後に、調査範囲内かつ水域に最も近い場所にいるヒトの個体数を数え、両データの平均値をその定点の平均人数とした。定点3-1と3-2のバードサンクチュアリ内では、観察窓周辺にいるヒトを対象とした。バードサンクチュアリ内は、いずれも半円型の木材の壁に長方形の観察窓が概ね等間隔に開いており、この観察窓を覗いている個体およびバードサンクチュアリを出入りした個体を対象とした。

ヒトの個体数調査と同時に、ヒトによる鳥類への餌付けの有無も記録した。餌付け行為を見かけた場合、餌付けをするヒトの個体数と、餌付けに寄ってきた鳥の種名とおおよその数を記録した。

### 4. 飛翔方向調査

調査期間中の適宜の日において、カルガモが観察された地点で調査を行った。日没前後にカルガモが飛んで行った方向とその個体数を地図上に記録し、カルガモの飛翔方向図を作成した。この調査は、「昼間に水元公園で休んでいるカルガモが、夜間はどこで採食行動をしているのか」を推測するために行った。

### 5. 土地被覆調査とそれに関連する聞き取り調査

昼間に水元公園にいるカルガモが夜間に採餌

行動をする可能性がある調査地付近の田園地帯を対象に土地被覆調査を行い、それをもとに土地被覆図を作成した。調査対象地域は、水元公園から南東方向に約3kmの場所にある、千葉県松戸市の矢切地区の田園地帯とした。この調査では、とくにカルガモが利用する可能性がある水路や水田に着目して調査を行った。土地被覆調査は現地に行き目視で土地被覆を判別し、私有地や私道などで土地被覆の判別が難しい部分は、空中写真とGoogleストリートビューを用いて補完した。土地被覆図はQGIS (Ver.3.28.8)を用いて作成し、各土地被覆の面積およびその割合の集計を行った。

なお、現地調査を行った夏の期間は水路の水が止められていたため、地元の農家の方や矢切地区へよく訪れるバードウォッチャーの方を対象に聞き取り調査を行い、田に水を張る春先の水路の様子などの情報を集めた。また、早朝と夕方に水元公園の方向を行き来するカルガモがいるかどうかについても聞き取りを行った。

## 6. 広域飛翔範囲の予測とその土地被覆の集計

さらに広域の飛翔予測をするために、繁殖期・非繁殖期に行った飛翔方向調査で最も飛翔確認数が多かった地点を中心にバッファを作成し、広域の飛翔予測を行った。嶋田ほか(2019)では、GPSを付けたカルガモが、昼間に休息をとっていた場所から夜間に6km程度移動した結果が示されていた。そのため、本研究で対象としたカルガモも6km程度移動すると考え、QGISにてバッファを飛翔確認地点から半径6kmとし、セグメント数は10、線端スタイルと継ぎ目スタイルはどちらもRoundに設定して、飛翔範囲の予測図を作成した。

また、土地被覆図の作成と同様の方法で、空中写真・地理院地図上にカルガモが利用する可能性がある土地被覆のポリゴンを作成し、QGISのフィールド計算機能を用いて面積の集計を行った(水元公園の範囲は除いてポリゴ

ンを作成した)。カルガモが利用する可能性がある土地被覆は、河川、水路、池、および田の4つに分類した。そして、各ポリゴンの面積を集計した上で土地被覆ごとの面積を集計した。

## IV. 結果

### 1. 非繁殖期における鳥類の出現状況およびヒトとの関係

#### 1) 定点観測

2月から3月にかけて6回行った、非繁殖期における定点観測調査の結果、対象鳥類は合計466羽観測された(表1)。主な調査対象であるカルガモは、合計269羽観測された。平日よりも、休日の方が対象鳥類の全体の観測数が38羽多かった。

ヒトの個体数は、すべての定点で平日より休日の方が多く、いずれの定点も、小合溜で釣りをしているヒトが多かった(図4)。ヒトによる餌付けは合計7回確認された。水域への餌付けでは、ユリカモメ(*Chroicocephalus ridibundus*)やヒドリガモ(*Mareca penelope*)、オオバン(*Fulica atra*)などが食パンの耳に寄ってきていた。中でもユリカモメは、餌付けの際に同種間で取り合いをする様子が見られた。カルガモは近くにいっても餌付けに反応を示していなかった。陸域での餌付けでは、ハシブトガラス(*Corvus macrorhynchos*)やムクドリ(*Spodiopsar cineraceus*)が食パンの耳に寄ってきていた。ハシブトガラスはヒトの手からは食べないものの、落ちたものをくわえて飛んでいった。

非繁殖期に観測された対象鳥類の個体数を用いて、クラスター分析を行った。クラスター分析は、IBMの統計解析ソフトウェア『SPSS』を使用し、ユークリッド距離とWard法を用いて解析を行った(図5)。クラスター分析の結果、大きく2つのクラスターに分類された。2つに分類されたクラスターのうち、タイプAのクラスターは、カルガモの観測数はあまり多くな

いが、他の対象鳥類がそれなりに観測された定点である。一方、タイプBのクラスターは、カルガモが多く観測され、他の対象鳥類はほとんど観測されない定点であった。

観測したカルガモの個体数と、各環境区分の

調査水域面積を用いて散布図を作成し、回帰直線を示した(図6)。その結果、両者間には負の相関がみられた( $r=-0.4$ ,  $p<0.001$ )。すなわち、カルガモは狭い水域でよく見られ、広い水域ではあまり見られなかった。

表1 非繁殖期に定点で観測された対象鳥類の個体数

| 定点番号 | カルガモ | ハシブトガラス | ハシボソガラス | アオサギ | 猛禽類 | 合計  | 備考  |
|------|------|---------|---------|------|-----|-----|-----|
| 1-1  | 2    | 14      | 2       | 3    | 0   | 21  |     |
| 2-1  | 0    | 10      | 3       | 2    | 0   | 15  |     |
| 2-2  | 2    | 8       | 2       | 2    | 0   | 14  |     |
| 2-3  | 39   | 16      | 1       | 0    | 0   | 56  |     |
| 3-1  | 0    | 12      | 0       | 5    | 1   | 18  | ノスリ |
| 3-2  | 0    | 6       | 0       | 17   | 0   | 23  |     |
| 3-3  | 16   | 3       | 2       | 6    | 0   | 27  |     |
| 4-1  | 8    | 10      | 1       | 1    | 0   | 20  |     |
| 5-1  | 14   | 5       | 5       | 2    | 0   | 26  |     |
| 6-1  | 2    | 5       | 6       | 0    | 0   | 13  |     |
| 6-2  | 22   | 2       | 6       | 0    | 0   | 30  |     |
| 7-1  | 0    | 4       | 8       | 0    | 0   | 12  |     |
| 8-1  | 6    | 4       | 0       | 0    | 0   | 10  |     |
| 8-2  | 51   | 5       | 1       | 1    | 0   | 58  |     |
| 9-1  | 2    | 6       | 2       | 0    | 0   | 10  |     |
| 9-2  | 0    | 1       | 2       | 0    | 0   | 3   |     |
| 9-3  | 105  | 1       | 2       | 1    | 1   | 110 | ノスリ |
| 合計   | 269  | 112     | 43      | 40   | 2   | 466 |     |

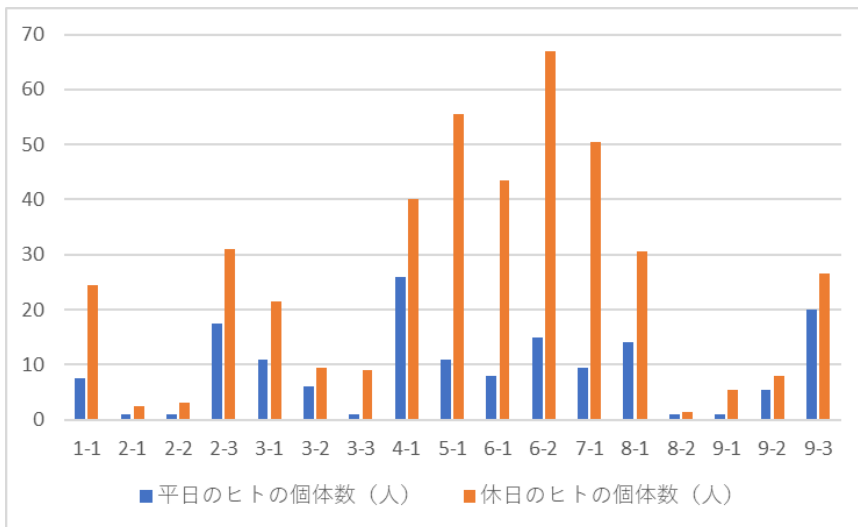


図4 非繁殖期に定点で観測されたヒトの個体数

全ての調査日における合計値。表下の数字は定点番号。

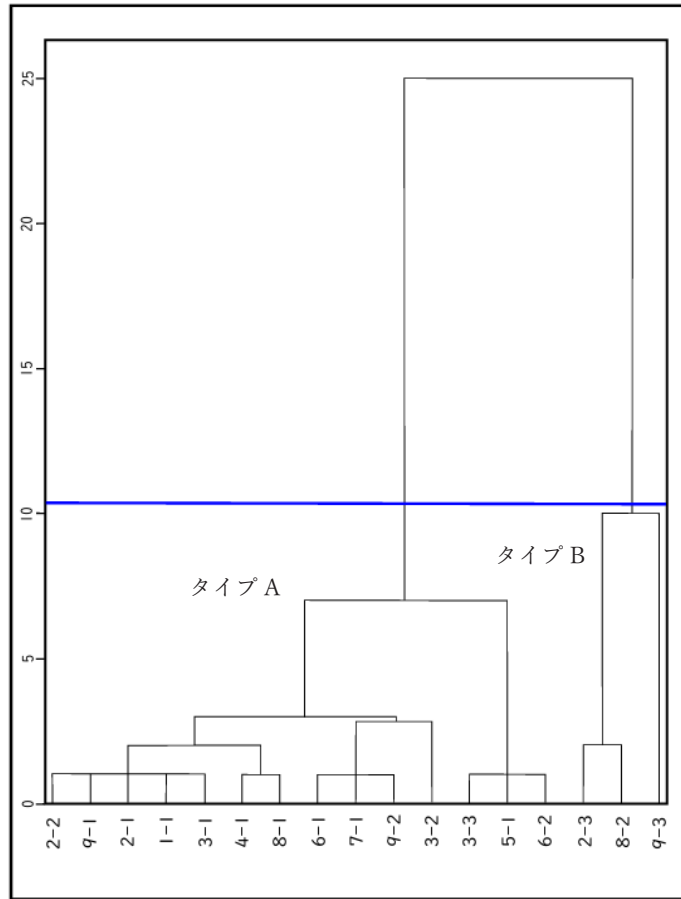


図5 非繁殖期における対象鳥類各種の個体数によるクラスター分析  
 ユークリッド距離を用いたWard法のクラスター分析による。表下の数字は定点番号、  
 横軸の数値は非類似度を示す。青線はクラスターの大区分を表している。

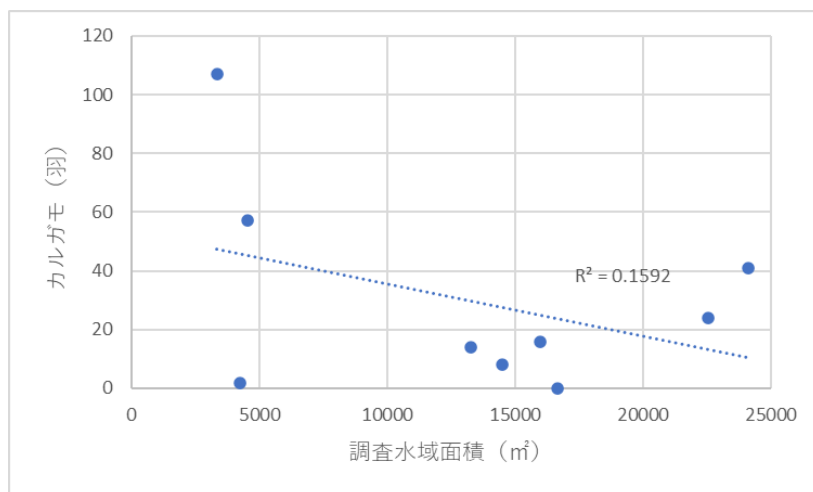


図6 非繁殖期におけるカルガモの個体数と調査水域面積の関係  
 $r = -0.4, p < 0.001.$

非繁殖期の定点観測で得たカルガモ、ハシブトガラス、ヒトの個体数のデータを図7に示した。この図を見ると、カルガモはヒトの個体数と連動して増減をする場合が多く、ハシブトガラスはこの2種と異なる分布を示す傾向が見られた。これらに相関関係がみられるか確かめるため、カルガモ・ハシブトガラス・ヒトの3種の個体数データを用いて検討した。その結果、カルガモとハシブトガラスの間には、有意ではないが弱い負の相関を示す傾向がみられた(図8-A:  $r=-0.235$ )。また、カルガモとヒトの間でも、有意ではないが弱い正の相関を示す傾向がみられた(図8-B:  $r=-0.134$ )。さらに、ハシブトガラスとヒトの間では、相関関係はほとんどみられなかった(図8-C)。

## 2) ルートセンサス

2月から3月にかけて6回行った、非繁殖期におけるルートセンサスの結果、対象鳥類は合計104羽観測された(表2)。主な調査対象であるカルガモは、合計77羽観測された。平日よりも休日の方が観測数が多く、平日と休日

で2倍以上の観測数の差がみられた。

ヒトの個体数は、すべてのルートで平日より休日の方が多かった(図9)。ヒトによる餌付けは1回確認された。餌付けにはオオバンとヒドリガモが寄ってきて、食パンの耳を取り合っていた。カルガモは近くにいても餌付けに反応を示していなかった。

## 2. 繁殖期における鳥類の出現状況およびヒトとの関係

### 1) 定点観測

5月から6月にかけて6回行った、繁殖期における定点観測の結果、対象鳥類は成鳥と幼鳥合わせて126羽観測された(表3)。主な調査対象である成鳥のカルガモは、21羽観測された。平日と休日で観測数に差はみられなかった。5月19日の調査以降、カルガモの親子が定点8-1付近の水路で観測された。はじめは定点観測において、親鳥が1羽と幼鳥が8羽観測された。その後は、後述のルートセンサスにおいて観測された。

ヒトの個体数は、ほとんどの定点で平日より

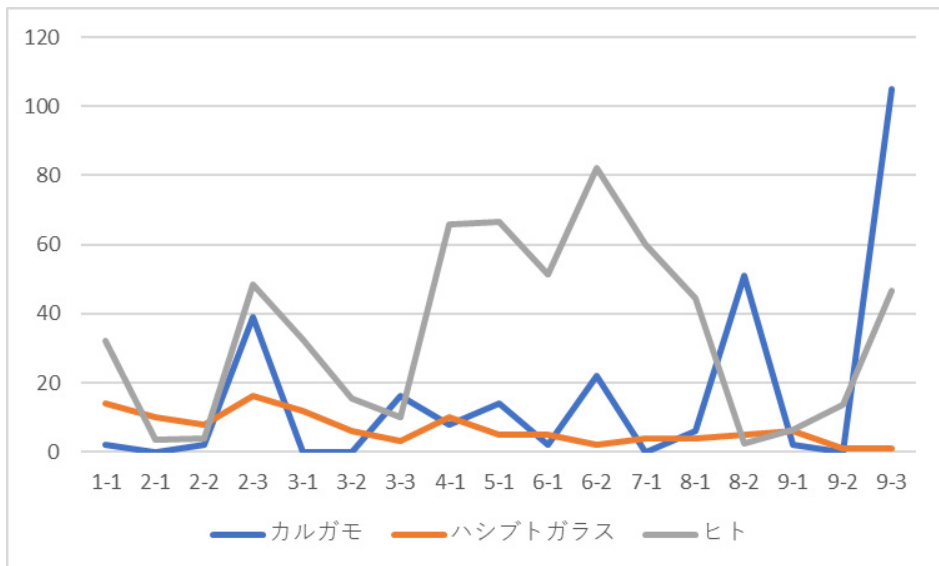


図7 非繁殖期の定点におけるカルガモ・ハシブトガラス・ヒトの個体数の比較

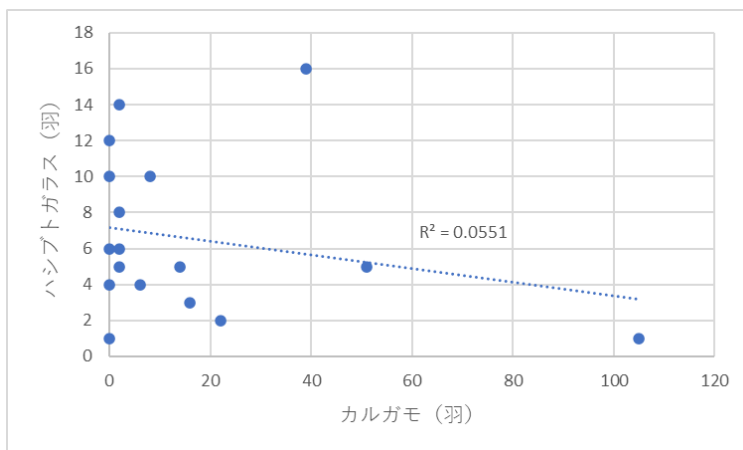


図 8 -A 非繁殖期の定点におけるカルガモとハシブトガラスの個体数の関係

$r = -0.235$

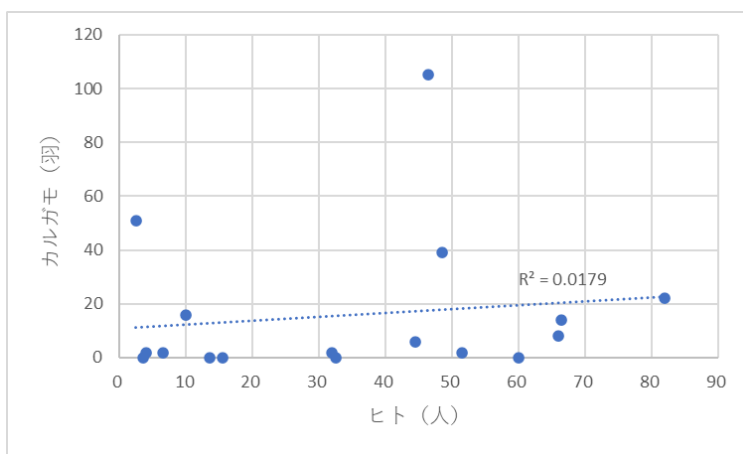


図 8 -B 非繁殖期の定点におけるカルガモとヒトの個体数の関係

$r = 0.134$

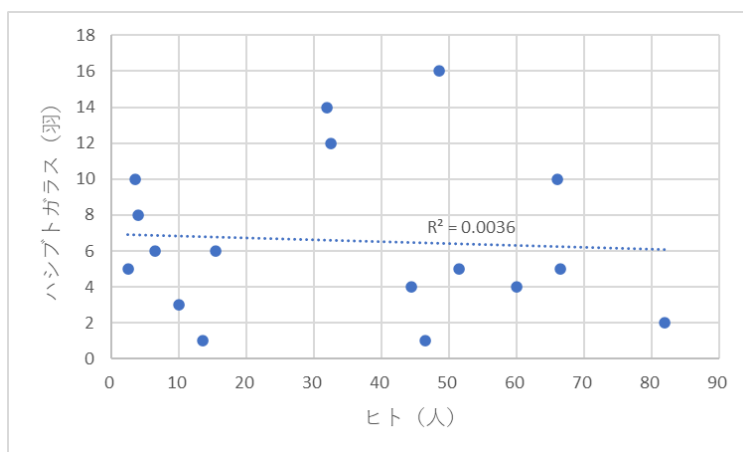


図 8 -C 非繁殖期の定点におけるハシブトガラスとヒトの個体数の関係

$r = -0.06$

休日の方が多かった(図10)。平日・休日ともに定点6-2(平日:39.5人 休日:143.5人)が最多であった。多くの定点で休日の方がヒトの個体数が多い結果が出たが、定点2-1、3-1、9-1、9-3では平日の方が多く、定点8-2では平日と休日で差が出なかった。ヒトによる餌付けは確認されなかった。

繁殖期に観測された対象鳥類の個体数を用いて、クラスター分析を行った。解析ソフトと解析方法は、非繁殖期と同様である。クラスター分析の結果、大きく3つのクラスターに分類された(図11)。タイプAのクラスターは、対象鳥類がほとんど観測されなかった定点や、対象鳥類の出現種数が少ない定点であった。タイプAに分類された7か所の定点では、計9羽

のカルガモが観測された。タイプBのクラスターは、ハシボソガラス(*Corvus corone*)の観測数が他の定点と比べて多く、タイプAのクラスターと比べて出現種数と対象鳥類の観測数が多い定点であった。タイプBに分類された6か所の定点では、計11羽のカルガモが観測された。また、カルガモの幼鳥も8羽観測された。タイプCのクラスターは、ハシブトガラスの観測数が他の定点と比べて多く、タイプBのクラスターよりも出現種数と対象鳥類の観測数が多い定点であった。タイプCに分類された4か所の定点では、1羽しかカルガモが観測されなかった。

カルガモ繁殖期の水元公園に生息する、カルガモとハシブトガラスの間に相関関係がみられ

表2 非繁殖期にルートセンサスで観測された対象鳥類の個体数

| ルート | カルガモ | ハシブトガラス | ハシボソガラス | アオサギ | 猛禽類 | 合計  |
|-----|------|---------|---------|------|-----|-----|
| 1-A | 1    | 12      | 2       | 2    | 0   | 17  |
| 8-B | 30   | 5       | 1       | 0    | 0   | 36  |
| 8-C | 46   | 0       | 4       | 1    | 0   | 51  |
| 合計  | 77   | 17      | 7       | 3    | 0   | 104 |

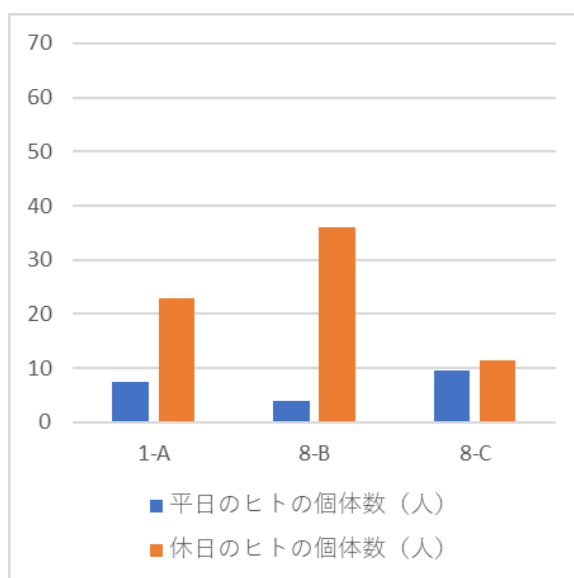


図9 非繁殖期にルートセンサスで観測されたヒトの個体数  
全ての調査日における合計値。表下の英数字はルート番号。

るかを確かめるため、2種の個体数を用いて散布図を作成した結果(図12-A)、2種の間には弱い負の相関がみられた( $r=-0.238$ ,  $p<0.05$ )。さらに、カルガモの繁殖に影響を与える可能性があるヒトの個体数についても、カルガモの個体数と相関関係がみられるか検討した結果(図12-B)、2種の間には非常に弱い正の相関がみ

られた( $r=0.186$ ,  $p<0.01$ )。また、カルガモの分布に深く関わると考えられる、ハシブトガラスとヒトの2種についても相関関係を検討した結果(図12-C)、2種の間には弱い負の相関がみられた( $r=-0.328$ ,  $p<0.01$ )。

表3 繁殖期に定点観測で観測された対象鳥類の個体数

| 定点番号 | カルガモ(成鳥) | ハシブトガラス | ハシボソガラス | アオサギ | 猛禽類 | 合計  |
|------|----------|---------|---------|------|-----|-----|
| 1-1  | 0        | 2       | 4       | 1    | 0   | 7   |
| 2-1  | 3        | 0       | 0       | 1    | 0   | 4   |
| 2-2  | 1        | 2       | 2       | 0    | 0   | 5   |
| 2-3  | 1        | 8       | 0       | 0    | 0   | 9   |
| 3-1  | 0        | 7       | 0       | 6    | 0   | 13  |
| 3-2  | 0        | 12      | 3       | 4    | 0   | 19  |
| 3-3  | 1        | 0       | 0       | 1    | 0   | 2   |
| 4-1  | 0        | 6       | 0       | 0    | 0   | 6   |
| 5-1  | 0        | 0       | 0       | 0    | 0   | 0   |
| 6-1  | 3        | 0       | 0       | 0    | 0   | 3   |
| 6-2  | 0        | 0       | 9       | 1    | 0   | 10  |
| 7-1  | 1        | 0       | 7       | 0    | 0   | 8   |
| 8-1  | 9        | 1       | 8       | 1    | 0   | 19  |
| 8-2  | 0        | 0       | 1       | 0    | 0   | 1   |
| 9-1  | 0        | 3       | 6       | 0    | 0   | 9   |
| 9-2  | 0        | 0       | 0       | 0    | 0   | 0   |
| 9-3  | 2        | 1       | 0       | 0    | 0   | 3   |
| 合計   | 21       | 42      | 40      | 15   | 0   | 118 |

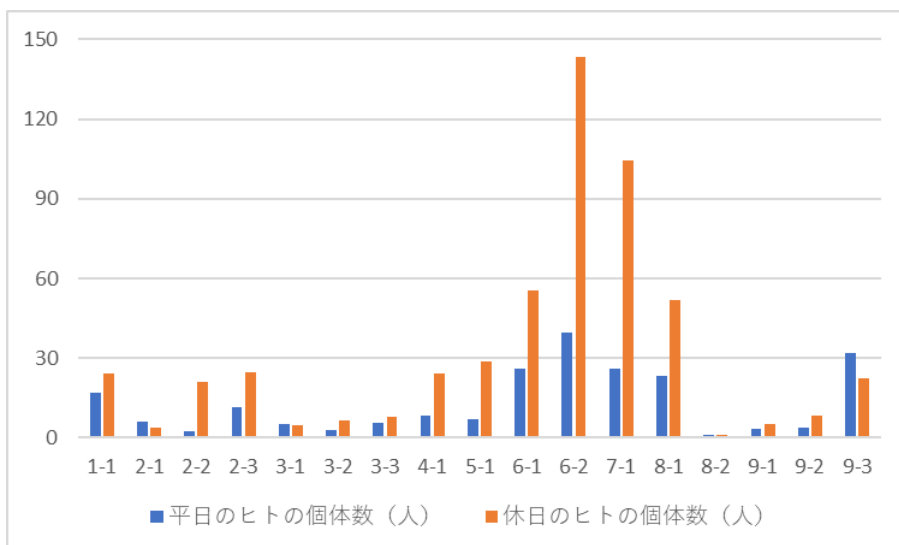


図10 繁殖期に定点で観測されたヒトの個体数

全ての調査日における合計値。表下の数字は定点番号。

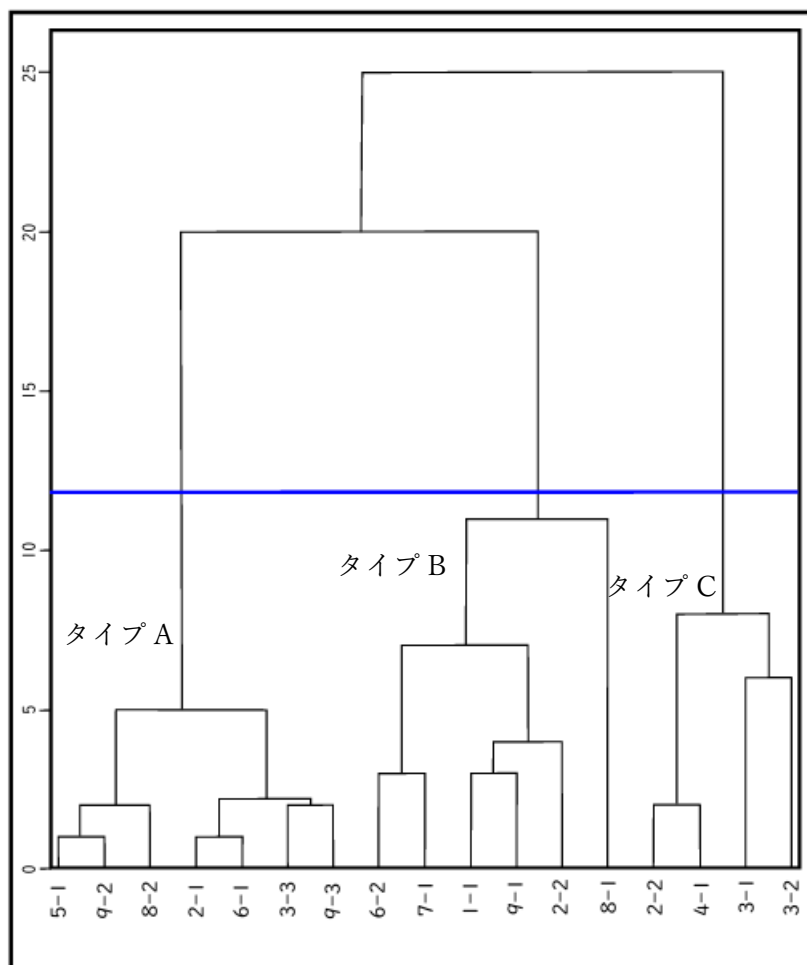


図 11 繁殖期における対象鳥類各種の個体数によるクラスター分析

ユークリッド距離を用いた Ward法のクラスター分析による。表下の数字は定点番号、横軸の数値は非類似度を示す。青線はクラスターの大区分を表している。

## 2) ルートセンサス

5月から6月にかけて6回行った繁殖期におけるルートセンサスの結果、対象鳥類は成鳥と幼鳥合わせて27羽観測された(表4)。主な調査対象である成鳥のカルガモは、4羽観測された。平日と休日で対象鳥類の観測数に大きな差はみられなかった。

カルガモの親子は、5月19日に定点8-1付近の水路で観測したものと同一個体とみられるものが、6月11日にルート8-C付近の水路で、親鳥が1羽と幼鳥が6羽観測された。その後、鳥類の個体数調査とは別でこの親子の観測を続

けたが、6月21日以降はこの水路沿いで見られなくなった。ルート8-C付近の水路は、定点8-1付近の水路と違い、ハス (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) とヨシ (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.) が繁茂する環境であった。

ヒトの個体数は、ほとんどのルートで平日より休日の方が多かった(図13)。平日ではルート8-C(23人)が最も多く、休日ではルート8-B(28人)が最も多かった。ルート1-Aでは、休日よりも平日の方が多い結果となった。ヒトによる餌付けは確認されなかった。

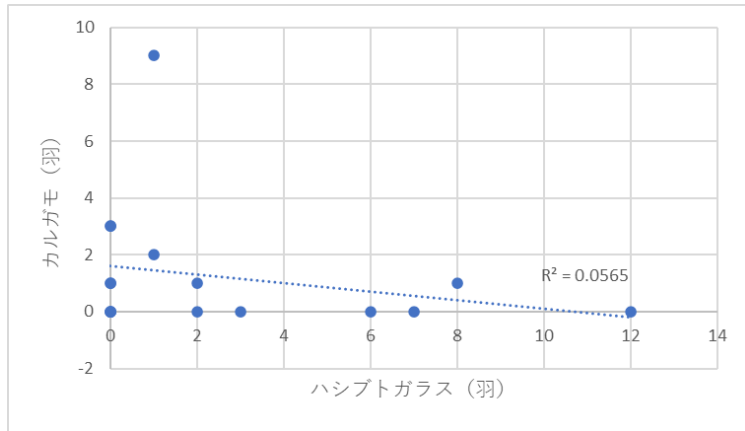


図 12-A 繁殖期の定点におけるカルガモとハシプトガラスの個体数の関係

$r = -0.238, p < 0.05$

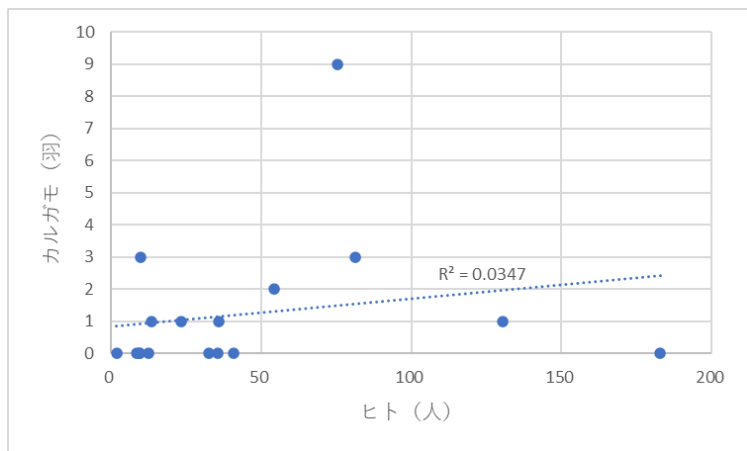


図 12-B 繁殖期の定点におけるカルガモとヒトの個体数の関係

$r = 0.186, p < 0.01$

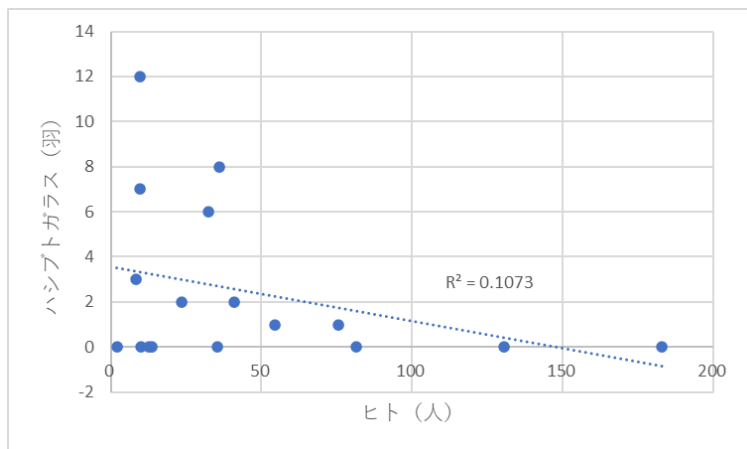


図 12-C 繁殖期の定点におけるハシプトガラスとヒトの個体数の関係

$r = -0.328, p < 0.01$

### 3. カルガモの水元公園からの飛翔方向

#### 1) 非繁殖期

2月18日から2月28日までに計3回の調査を行った結果、合計48羽のカルガモの飛翔を確認した(表5)。水元公園の中央部にあたる定点6-2付近から飛び立つ個体が最も多く、北方向や南東方向へ飛んでいく個体が多かった。表6をもとに作成したものが図15である。この図から、小合溜から引かれた水路や孤立した池から飛び立つ個体よりも、小合溜から飛び立つ個体が多かった。

#### 2) 繁殖期

4月20日から7月23日までに計6回の調査を行った結果、合計14羽の飛翔を確認した(表6)。水元公園の中央部にあたる定点6-2付近から飛び立つ個体が最も多く、北方向や南東方向へ飛んでいく個体が多かった。表6をもとに作成したものが図15である。この図から、小合溜から引かれた水路や孤立した池から飛び立つ個体よりも、小合溜から飛び立つ個体が多かった。

### 4. 矢切地区における土地被覆とカルガモとの関係

#### 1) 土地被覆調査

矢切地区の田園地帯119.4haを調査して作成

表4 繁殖期にルートセンサスで観測された対象鳥類の個体数

| ルート | カルガモ(成鳥) | ハシブトガラス | ハシボソガラス | アオサギ | 猛禽類 | 合計 |
|-----|----------|---------|---------|------|-----|----|
| 1-A | 0        | 1       | 1       | 1    | 0   | 3  |
| 8-B | 4        | 2       | 6       | 5    | 0   | 17 |
| 8-C | 0        | 0       | 1       | 0    | 0   | 1  |
| 合計  | 4        | 3       | 8       | 6    | 0   | 21 |

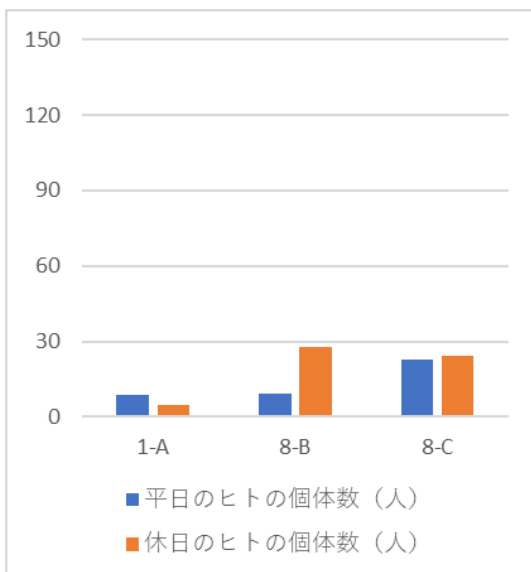


図13 繁殖期にルートセンサスで観測されたヒトの個体数

全ての調査日における合計値。表下の英数字はルート番号。

表5 非繁殖期におけるカルガモの飛翔方向

| 方角 | 飛翔数(羽) | 備考           |
|----|--------|--------------|
| 北  | 0      |              |
| 北東 | 0      |              |
| 東  | 19     | 定点8-2付近から飛翔  |
| 南東 | 19     | 定点8-2付近から飛翔  |
| 南  | 4      | 定点8-2付近から飛翔  |
| 南西 | 3      | ルート8-B付近から飛翔 |
| 西  | 3      | 定点8-2付近から飛翔  |
| 北西 | 0      |              |
| 合計 | 48     |              |

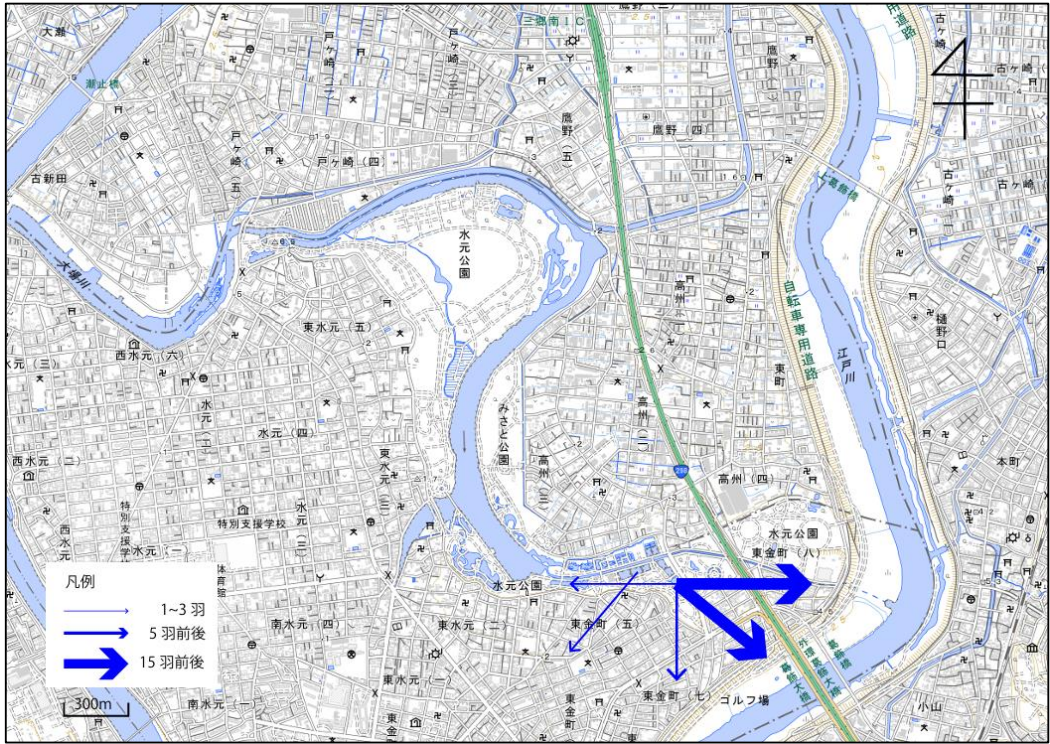


図 14 非繁殖期におけるカルガモの飛翔方向

した土地被覆図が図 16 で、作成した土地被覆別のポリゴンの面積を QGIS 上で集計したものが表 7 である。なお、凡例の「空き地」には工事現場や駐車場を含み、「樹林地・草地など」には河川敷や住居裏の林などを含む。調査範囲のうち、約 51% にあたる 60.5ha が畑の土地被覆であった。分類した土地被覆のうち、カルガモが利用する可能性がある田と水域は、調査範囲全体の約 12% にあたる 14.4ha とどまった。調査範囲の北部は地形図上では田の表記がされていたが、現地調査を行うと耕作放棄地が目立っていた。調査範囲の縁辺部でも耕作放棄地が目立っていた。

カルガモが利用する可能性がある土地被覆を抽出して作成したものが図 17 である。この中で通年水が流れているのは、調査範囲の中央部を南北に流れる坂川のみである。南北方向に走る他の水路は完全に干上がらないものの、農作業で水路が利用される時期以外はかなり水位が

低い。東西方向などに走る他の水路は、農作業で利用されない時期はほとんど干上がっていた。田は坂川より西側に多く、東側ではほとんど見られなかった。

## 2) 矢切地区における聞き取り調査の結果

聞き取り調査はバードウォッチャーの方 6 名と、地元の農家の方 2 名を対象に行った。この地域全体に走る水路の水位の季節変化について聞き取りを行った結果、全員が「ある」と回答した。田に水を張る時期は地域全体の水路の水位が上昇するが、田の水を抜く時期に水路の水は止められ、田に水を張っている時期でも不定期に水路の水が止められて水位が低下することがあることがわかった。

早朝と夕方に水元公園の方向を行き来するカルガモを見たことがあるかについて聞き取りを行った結果、8 名中 4 名が「ある」と回答し、4 名が「ない」と回答した。「ある」と答えた人は全員バードウォッチャーの方で、早朝から鳥を

表 6 繁殖期におけるカルガモの飛翔方向

| 方角 | 飛翔数 (羽) | 備考   |
|----|---------|--|
| 北  | 5       | 定点6-1付近 (1羽) と定点6-2付近 (2羽)、定点8-1付近 (2羽) から飛翔 |
| 北東 | 0       |  |
| 東  | 0       |  |
| 南東 | 4       | 定点6-2付近 (3羽) とルート8-B付近 (1羽) から飛翔             |
| 南  | 0       |  |
| 南西 | 2       | 定点7-1付近から飛翔                                  |
| 西  | 0       |  |
| 北西 | 3       | 定点6-2付近から飛翔                                  |
| 合計 | 14      |  |

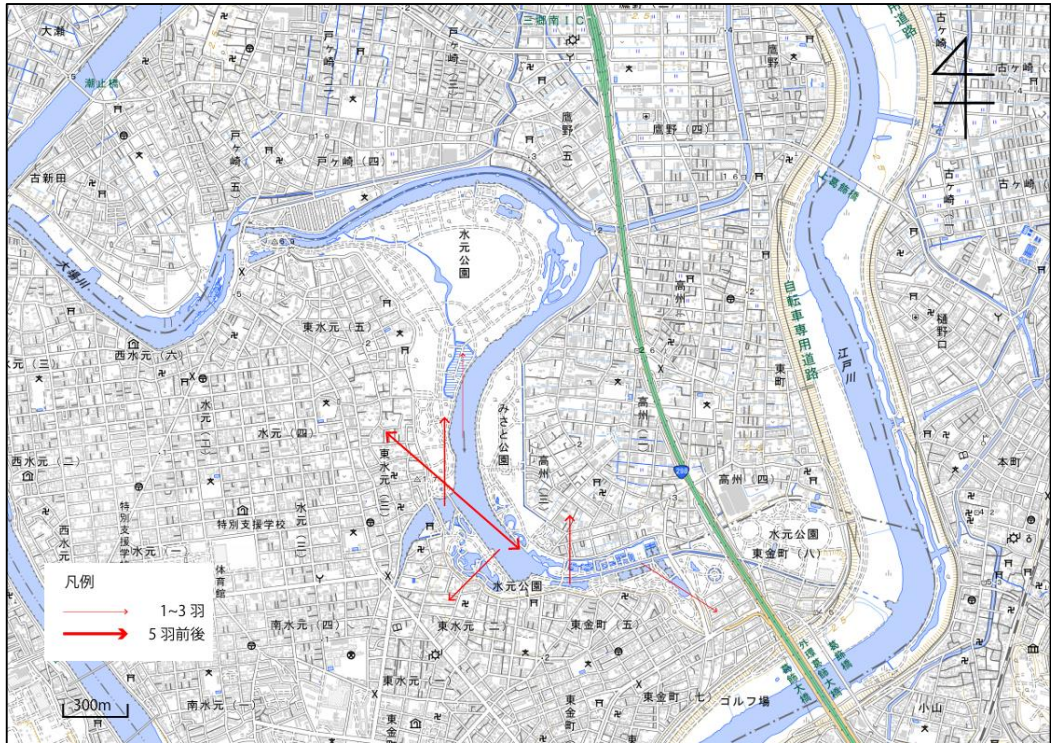


図 15 繁殖期におけるカルガモの飛翔方向

撮りに来た際に見かけると回答した。また、カルガモの飛翔の他、田に水が張られる春先には矢切地区でカルガモが繁殖すると話していた。「ない」と答えた人はバードウォッチャーの方2名と、地元の農家の方2名であった。バードウォッチャーの方は午前中に来ることは多いが、朝早い時間には来ないため見かけないと回答した。地元の農家の方は、自分の畑の近くに田がなく、田の経営もしていないため、カルガモを見かけることがないと話していた。

## 5. 広域飛翔予測

### 1) 非繁殖期

非繁殖期の飛翔方向調査で最も飛翔確認数が多かった定点8-2付近を中心に半径6kmのバッファを描き、カルガモが利用する可能性がある土地被覆を抽出して作成した図が、図18である。作成した図をもとにQGIS上で土地被覆ごとの面積を求め、表8にまとめた。調査範囲内における、カルガモが利用する可能性がある土地被覆の総面積は624.6haで、調査範囲全体

表 7 矢切地区における各土地被覆の面積

| 土地被覆     | 面積 (ha) |
|----------|---------|
| 畑        | 60.5    |
| 田        | 10.9    |
| 水域       | 3.5     |
| 耕作放棄地    | 11.4    |
| 建造物      | 10.8    |
| 公園       | 2.1     |
| 空き地      | 4.4     |
| 樹林地・草地など | 12.0    |

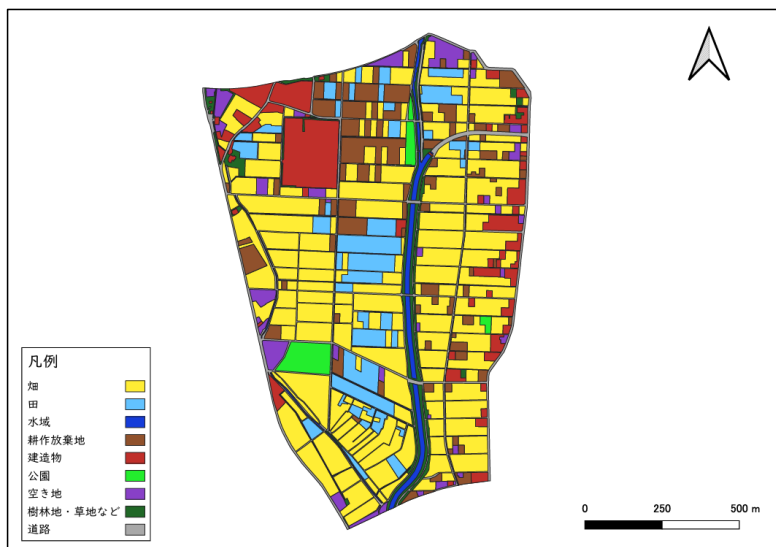


図 16 矢切地区の土地被覆図

現地調査と空中写真 (2019 年撮影) および Google ストリートビューを元に作成。



図 17 矢切地区における水域と田の分布

の6%にとどまった。河川が占める面積が最も広く、次いで田が広がった。田や水路は、水元公園の東部と南東部に小規模なものがみられ、北部と北東部、および北西部に大規模なものがみられた。調査対象とした土地被覆以外はほとんどが宅地であった。

## 2) 繁殖期

繁殖期の飛翔方向調査で最も飛翔確認数が多かった定点6-2付近を中心に半径6kmのバッファを描き、カルガモが利用する可能性がある

土地被覆を抽出して作成した図が、図19である。作成した図をもとにQGIS上で土地被覆ごとの面積を求め、表9にまとめた。調査範囲内における、カルガモが利用する可能性がある土地被覆の総面積は639.2haで、全体の6%にとどまった。非繁殖期と同様に、田や水路は水元公園の東部と南東部に小規模なものがみられ、北部と北東部に大規模なものがみられた。

表 8 非繁殖期における水元公園から半径6kmの範囲の水域と田の総面積

| 土地被覆 | 面積 (ha) |
|------|---------|
| 河川   | 506.4   |
| 田    | 72.4    |
| 水路   | 30.2    |
| 池    | 15.6    |
| 合計   | 624.6   |

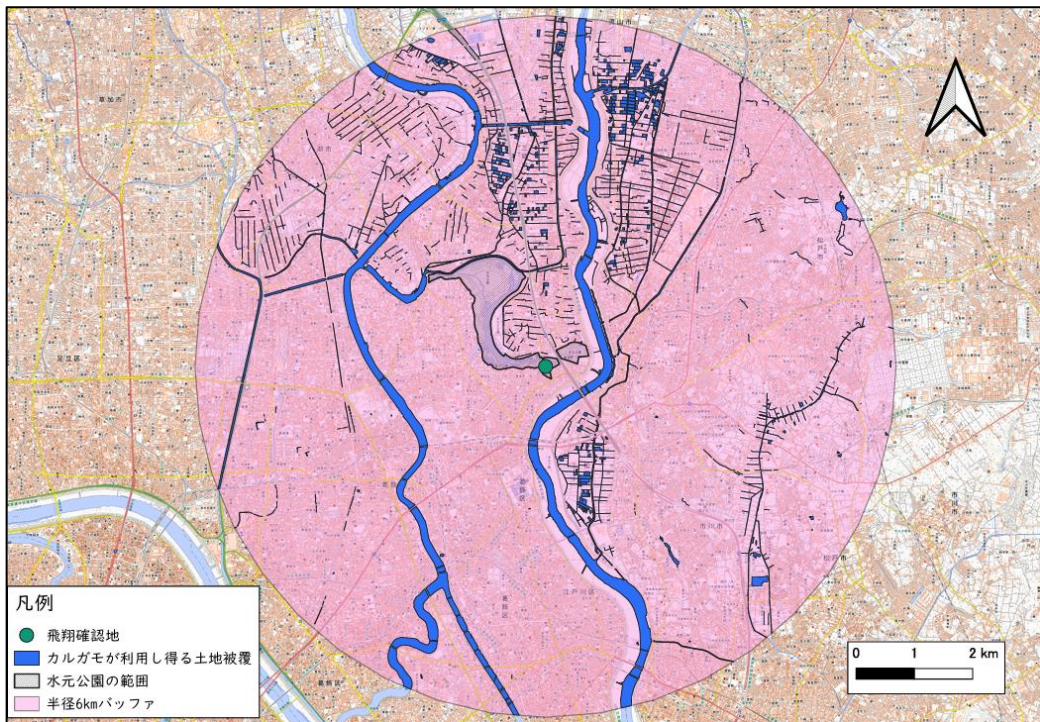


図 18 非繁殖期の広域飛翔予測

地理院地図に筆者が加筆。非繁殖期の飛翔方向調査において、カルガモの飛翔数が最も多かった地点を中心に、半径6kmのバッファを作成。水元公園を除く、水域および田の範囲を青色で着色。

## V. 考察

### 1. 繁殖期におけるカルガモの分布

今回の調査では、非繁殖期から繁殖期にかけてカルガモを含む対象鳥類の個体数やその行動を記録した。その結果、繁殖期では非繁殖期と比べて対象鳥類の個体数が減少し、中でもカルガモの個体数はとくに減少した。このことから、都市域の大規模緑地である水元公園は、カルガモの非繁殖期の休息地としては適しているが、繁殖地としては適していないと推測できる。カルガモの生態として、水辺近くの草地に

枯れ草や枯れ葉で皿型の巣を作って繁殖する特徴がある。以上を踏まえると、水元公園は都市域の中では比較的繁殖しやすい環境であると考えられるが、実際は、最終的な成否は不明だが、少なくとも幼鳥段階まで繁殖した事例は、一例しか確認されなかった。調査中に会ったバードウォッチャーの男性に話を聞いたところ、過去にも公園内でいくつか繁殖例があるが、幼鳥が成鳥になった事例はないと話していた。

これは、水元公園にはカルガモのヒナにとっての天敵が多いことが原因であると考えられ

表 9 繁殖期における水元公園から半径 6km の範囲の水域と田の総面積

| 土地被覆 | 面積 (ha) |
|------|---------|
| 河川   | 514.6   |
| 田    | 82.7    |
| 水路   | 33.9    |
| 池    | 8.0     |
| 合計   | 639.2   |

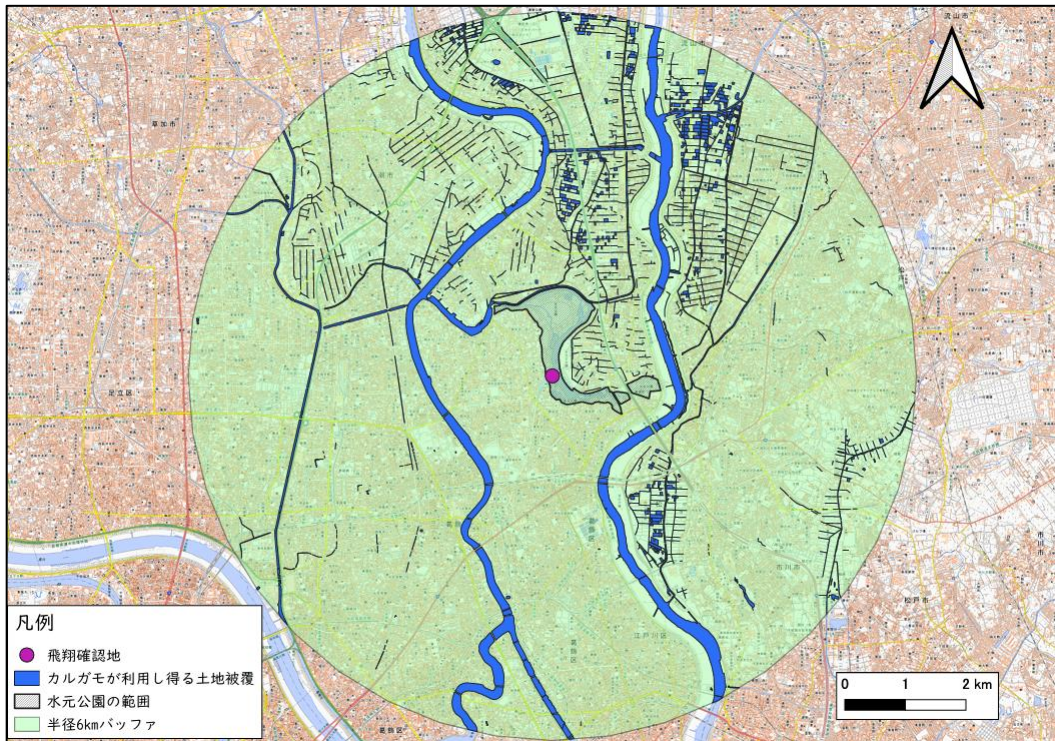


図 19 繁殖期の広域飛行予測

地理院地図に筆者が加筆。繁殖期の飛行方向調査において、カルガモの飛行数が最も多かった地点を中心に、半径 6km のバッファを作成。水元公園を除く、水域および田の範囲を青色で着色。

る。岩出(2014)は、野良猫とアオサギ(*Ardea cinerea*)が自然教育園内で繁殖したカルガモのヒナを捕食した事例を報告し、それ以外にもハシブトガラスやホンダヌキ(*Nyctereutes viverrinus viverrinus* (Temmink, 1838))、アオダイショウ(*Elaphe climacophora* (Boie, 1826))もカルガモのヒナの天敵になり得ると述べている。そのほか、曾我部・小島(2014)はオオクチバス(*Micropterus salmoides*)がマガモ(*Anas platyrhynchos*)またはカルガモ、もしくはそれらの雑種のヒナを捕食した事例を報告している。これらの天敵がすべて水元公園に生息しているかは不明だが、調査対象としたハシブトガラスは、繁殖期にとくに多く見受けられた。

なお、カルガモの個体数が越冬期に増加して繁殖期に減少する現象は、水元公園に近隣の千葉県市川市の新浜でも確かめられており、これは国内での移動によるものと考えられている(Shimada 1999)。今回の調査にて水元公園で認められた越冬期から繁殖期にかけてのカルガモ個体数の変動も、大都市地域の内部において島状に分布する生息地では広く認められる現象なのかもしれない。

繁殖期における水元公園のカルガモは、ある程度ヒトがいるためハシブトガラスの個体数が少ない場所を選択していた(図12-a,b,c)。また表3、4より、繁殖期にはカルガモよりも他の対象鳥類(ハシブトガラス、ハシボソガラス、アオサギ)が多く観測された。他の3種は繁殖期のカルガモと敵対関係になり得るため、水元公園の環境が都市域における繁殖地に適しているように見えても、非繁殖期にいた多くのカルガモは水元公園を繁殖地に選定しなかったと考えられる。このことは、一例のみ確認された幼鳥段階まで繁殖していた事例においても、ハシブトガラスが比較的少なく、後述のようにハスやヨシが繁茂していて幼鳥が隠れやすい環境が選択されていたことと整合的である。

## 2. カルガモが選好する水域

図6によると、水元公園の環境において非繁殖期のカルガモは、広い水域よりも狭い水域を好む傾向がみられた。これは、過去に行われた研究の結果と異なる。Shimada(2001)は、池の総面積と、総面積からヒトが立ち入ることができる範囲を引いた値である安全範囲が広い方が、カモ類が多く出現したと報告している。また、武田(1990)は水生植物や常緑樹によってヒトや捕食者から水域が遮蔽されることが、カモ類の湖沼選択に重要であると述べている。本研究が行われた水元公園の環境では、水域の面積よりも、ヒトの立ち入りや釣りなどのレクリエーションの有無と、ヨシやハスなどの水生生物の有無がカルガモの分布に影響を与えているようにみえた。図5によると、タイプBのクラスターはカルガモがとくに多く観測された定点であった。これらの定点は、①浮島が設置されている、②ヨシなどの水生植物が繁茂している、③水域へのヒトの立ち入りや生物の採集が禁止されている、という3つの共通点がみられた。いずれの水域も、とくに広大な面積を誇る場所ではなかった。以上から、非繁殖期のカルガモはヒトの立ち入りが少なく、水域内に水生植物が豊富にある場所を選好すると考えた。

繁殖期では、非繁殖期にカルガモが多かった3つの定点が別のクラスターに分類された(図11)。よって、繁殖期におけるカルガモが選好する水域の条件は、非繁殖期の条件とは異なると考えられる。カルガモのヒナが観測された定点8-1付近からルート8-Cにかけての水路は、ヒトの立ち入りが比較的容易である上に、狭い水路である。しかし、水元公園内でも水生植物がとくに繁茂している場所でもあった。カルガモのヒナは、孵化してすぐに巣を離れ、雌の親について生活をする。8月頃には成鳥と同じぐらいの大きさになり、飛翔力がついてくる(嶋田ほか2006)。そのため、カルガモのヒナ

は飛翔力がつくまでカラスなどの捕食者から素早く逃げる方法がない。以上より、繁殖期のカルガモにとっては、育雛のために水生植物が繁茂している環境が重要であると考えられる。

### 3. 非繁殖期における鳥類とヒトの関係

非繁殖期における水元公園のカルガモも、繁殖期と同様にハシブトガラスが比較的少ない場所を選択する傾向があった(図7, 図8-a,b,c)。いっぽう、ハシブトガラスはカルガモとヒトの分布に依存せずに分布していた。カルガモとヒトの個体数間に非常に弱い正の相関をもつ傾向がみられたことから、カルガモはハシブトガラスを避けるためにある程度ヒトがいる場所を選択しているのではないかと考えた。しかしながら、カルガモがヒトに寄っていたり、餌付けに反応したりすることはなく、あくまでもハシブトガラスなどの天敵を避けるためにヒトの目を利用しているように見えた。そのため、非繁殖期にカルガモが多く観測された水域は、ヒトの侵入や釣りなどのレクリエーションが制限されている場所が多かったのかもしれない。

なお、ハシボソガラスの分布は、カルガモの分布にさほど影響を与えていないように見えた。よって、カルガモの分布はハシボソガラスよりもハシブトガラスの影響を強く受けていると考えられる。

### 4. 水元公園に生息するカルガモの夜間の飛翔行動の推測

水元公園に生息するカルガモを対象に飛翔方向を調査した結果、非繁殖期では図14のとおり東方向と南東方向へ飛んでいく個体が多かった。繁殖期では、図15のとおり北方向へ飛んでいく個体が多く、中には非繁殖期と同様に南東方向へ飛んでいく個体もみられた。以上より、水元公園に生息するカルガモの多くは、南東方向に位置する矢切地区で夜間に採食などを行っているのではないかと推測された。嶋田ほか

(2019)では、GPSを付けたカルガモが、昼間に休息をとっていた場所から夜間に最大6km程度移動したと報告している。移動先は狭い水路やため池、湛水田が多かったことも報告している。矢切地区の土地被覆調査を行った結果、カルガモが利用する可能性がある土地被覆は全体の12%にとどまったが、都市域においてカルガモが利用できる場所は限られているため、夜間に利用していたのではないかと推測できる。

東・南東方向以外の飛翔もみられたため、さらに広域の飛翔予測も行った結果、水元公園から半径6kmの範囲内にはカルガモが利用する可能性がある土地被覆の割合が繁殖期・非繁殖期ともに6%ほど確認された(表8、9)。対象とした土地被覆の割合は低いものの、矢切地区以外にも埼玉県や千葉県に田園地帯が見られた。都市域において、カルガモが利用できる場所は限られている。そのため、水元公園に生息するカルガモは、矢切地区と併せてこれらの地域も利用している可能性が考えられる。

### 5. まとめ

以上でみてきたように、対象鳥類は非繁殖期から繁殖期にかけて個体数が減少し、中でもカルガモはとくに減少していた。最終的な成否は不明だが、カルガモの繁殖を確認できたのは一例のみであった。これらより、カルガモにとって水元公園は、非繁殖期の休息地としては適しているが、繁殖地としては適していないと推測できる。

また、繁殖期・非繁殖期ともにカルガモは、ハシブトガラスの個体数が少ない場所(ヒトの個体数は必ずしも少なくない場所)を選好していた。繁殖期のカルガモは、幼鳥にとっての捕食者であるハシブトガラスなどから身を隠せるように、ハスやヨシが繁茂する環境を選好していた。このように、都市域での繁殖が可能だと思われる環境をもつ水元公園でも、捕食者の多

さから、カルガモの繁殖には厳しい環境であると考えられる。

なお、矢切地区における土地被覆調査の結果、カルガモが利用し得る土地被覆は12%であった。また、半径6kmの範囲内では、カルガモが利用し得る土地被覆は全体の6%であった。以上から、カルガモは矢切地区と併せて他の田園地帯も利用している可能性がある。

#### 参考文献

岩出 隆 (2014) 自然教育園におけるカルガモの繁殖の撮影記録 (2013年). 自然教育園報告 45 : 73-79.

佐藤太郎・東 淳樹 (2003) 東北地方の湛水直播栽培農家へのアンケート調査によるカルガモ被害の実態解析. 農村計画論文集 22 : 13-18.

嶋田哲郎 (1998) 新浜における越冬期の水鳥群集の変化. STRIX 16 : 37-45.

Shimada, T. (1999) Fluctuation in the number of Spotbilled ducks in the Shinhama Bird Reserve, Japan. Duck Specialist Group Bulletin 2 : 41-43.

Shimada, T. (2001) Roosting of Ducks on Open Water: Resting Site Selection in Relation to Safety. Japanese Journal of Ornithology 50 : 167-174.

嶋田哲郎 (2021) 『知って楽しいカモ学講座—カモ・ガ

ン・ハクチョウのせかい—』. 緑書房.

嶋田哲郎・植田睦之・高橋佑亮・内田 聖・時田賢一・杉野目 斉・三上かつら・矢澤正人 (2019) GPS-TXによる越冬期のマガモ、カルガモの行動追跡. Bird Research 15 : 15-22.

嶋田哲郎・東 淳樹・熊谷 徹 (2006) カルガモ生態図鑑. Bird Research News 3 (10) : 4-5.

庄司定克 (1976) カルガモ *Anas poecilorhyncha zonorhyncha* SWINHOE によるイネ *Oryza sativa* L. の被害について. 仙台大学紀要 8 : 49-66.

關 義和 (2009) カルガモの季節移動について. Bird Research 5 : 1-5.

曾我部共生・小島 翼 (2014) 琵琶湖流入河川におけるオオクチバスによる水鳥の捕食事例. 伊豆沼・内沼研究報告 8 : 67-70.

武田恵世 (1990) カモ科鳥類の越冬する池の環境条件. Strix 9 : 89-115.

日本鳥学会 編 (2024) 『日本鳥類目録改訂第8版』日本鳥学会.

藤巻裕蔵 (2021) 北海道におけるマガモとカルガモの繁殖期の分布. Strix 37 : 25-34.

舟久保 敏・前田 琢・丸山直樹 (1995) 東京近郊の都市湖沼における水鳥群集と環境要因の関係. Wildlife Conservation Japan 1 : 137-152.

# 千葉県富津岬における海岸林の樹種構成と生育状況

—とくに海岸からの距離と樹形および風速に着目して—

芳賀 蓮

本学地理・環境コース 2025年3月卒業

キーワード：富津岬、海岸林、クロマツ、樹形、樹種構成、海岸からの距離

## I. はじめに

海岸林はその地理的特徴ゆえに植物が生育しにくい地域である。海岸林は内陸側の植生と比べ、常に強い潮風の影響にさらされるため、内陸型の特徴をもった植物の生育が困難である。そのため、潮風に強い海岸性の植物が多く自生している。そのような過酷な環境である海岸林について、数多く研究が行われてきた。例えば田村ほか(1999)では、日本海側における海岸性カシワ林・ニレ科林の地理的分布と立地条件について述べており、日本海側の冬季季節風の影響を受ける北西斜面に分布が限られると報告している。

また、海岸林における風環境に着目した研究も数多く行われている。櫻岡ほか(2013)では、海岸クロマツ林周辺における風の流れに関する研究を行っており、風速は風下側の海岸林内に入ると減少する傾向がみられたと報告している。そして風が強い場合などでは、樹木密度の低い空間から遊歩道や林縁に沿って風が吹き込むとしている。

さらに、海岸林における樹形に着目した研究も行われている。金内(2005)では、海岸林におけるクロマツ立木本数や平均樹冠投影面積と平均形状比に関する調査が行われており、立木本数が多いほど平均形状比が高くなり、形状比が80以上の本数が多いほど、樹冠投影面積が小さくなると報告されている。

いっぽうで、富津岬のような小規模な半島で

の樹形に関する研究は多くない。奥山(2001)では、静岡県三保半島の海岸林において、クロマツの偏形要因についての研究が行われており、クロマツの偏形は樹高や形状比、光条件などに対応していると報告している。また、中島・吉崎(2016)では、愛知県渥美半島における広葉樹の純林において、モチノキやヤブニッケイが海岸林全域にみられるとともに、高木層を形成する個体では海岸側の林縁から離れるに従って樹高が高くなったと指摘している。

富津岬は、東西に延びた半島であり、太平洋側からの南風の影響と東京湾側からの北風の影響を受ける可能性がある。また、富津岬の海岸林は植栽されたクロマツと広葉樹で構成された混交林である。このような特徴をもった富津岬における海岸林の樹形が、海岸からの距離に応じてどのように変化しているのかという点が注目されるが、このような研究はまだ行われていない。また、富津岬の海岸林の植生については、砂浜に自生する海浜植物に関する研究が三浦(2007)によって行われているが、海岸林の樹種構成に関する研究は少なく、宮脇ほか(1981)以降、海岸林の樹種構成に関する研究は行われていない。そのため、現在における富津海岸林の樹種構成は明らかになっていない。

そこで本研究では、富津岬の海岸林を対象として、環境要因として海岸からの距離とそれに応じた風環境に着目することとした。そして、クロマツと広葉樹の混交林である富津岬の海岸林における樹種構成および樹形を中心とした樹

木の生育状況と環境要因との関係を明らかにするため、海岸林の林内と林縁における樹木の生育状況と風環境に関する調査を行い、その関係について検討した。

## II. 調査地域の概要

調査地は千葉県房総半島北西部に位置する富津岬中部から先端部にかけて広がる県有保安林である(図1)。

富津岬は東から西に向けて長さ約5km、幅が最大で約3.5kmの東京湾へと細長く突き出た尖角州である。この尖角州は海岸に沿う2方向からきた沿岸流が作る2つの砂州が会合して形成された(中嶋・渡辺 2005)。また、海岸線沿いには砂丘が分布しているが、現在では砂浜は沿岸漂砂の供給量不足により徐々に浸食されており、とくに先端部の砂丘が消失しつつあることが明らかにされている(野志ほか 2019)。そして岬の先端部では標高が約1～15mと低く、平坦な地形であるため、地下水位が高い低湿地がみられるが、現在では低湿な環境によるクロマツの過湿害を対策するために盛土が施されてい

る(宇川ほか 2021)。

千葉県(2022)によると、富津岬に一番近い観測所である富津下飯野における2022年の年平均気温は16.5～17.0℃であり、年最高気温は34℃未満である。また年間平均風速は2m/sであり、年間最多風向は西向きである。季節別にみると、2013年では、春から夏の時期において最多風向が南向きの風であるが、東向きの風も多くみられる(千葉県 2013)。また、秋から冬の時期において北向きの風と東向きの風が卓越している。そして、直近では2022年の季節別の最多風向は、春から夏の時期である4月から9月では南向きであり、平均風速は2～3m/sである(千葉県 2022)。そして秋から冬の時期の10月～3月では最多風向は西向きであり、平均風速は2m/s未満となっている。

富津岬の植生は、南北沿岸に立地する砂丘に生育する海浜植物群落と植栽された海岸林が主である。三浦(2007)では、富津岬における海浜植物群落は北側と南側において違いがみられ、北側では内湾的な特徴をもったオカヒジキやツルナが出現し、また非海岸域的な植物や帰化植物の侵入が多くみられたとしている。一方



図1 調査地の位置図(国土地理院 地理院タイルを基に作成)

で南側では、外洋的な特徴をもったハマボウフウやネコノシタなどが出現しているとされている。

富津岬の海岸林は、主にクロマツで構成された植林で、林帯幅は最大約400mであり、県有保安林として管理されている。富津のクロマツ林は1947年頃から造林されており、最近まで造林が行われている（日本緑化センター2007）。宮脇ほか（1981）では、この海岸林について、クロマツを主としている他、砂丘の風衝低木林の構成種であるマサキやトベラ、また夏緑広葉樹であるハゼノキやエノキ、ガマズミ、カマツカ、アキグミ、ニセアカシアなどの生育がみられると報告している。また下枝刈りや下草刈りといった人為的影響によってエビヅルなどのつる植物が多く生育しているとも報告している。その後の宇川ほか（2021）によると1990年にはクロマツの他、タブノキ、ヤブニッケイ、アカメガシワ、イタチハギといった広葉樹が混植され、再造林が行われたとされている。また、今回、現地調査に行った時点では、営利法人によるクロマツとオオシマザクラの植栽が行われていた。

### Ⅲ. 調査方法

調査は、2024年8月中旬から10月下旬までの期間に行った。

#### 1. 毎木調査

調査地における海岸林内の樹種構成および生育状況を調べるために、1辺10m×10mの方形区を海岸林内にまばらに18地点設置した（図1）。そして各方形区の樹種構成を把握するため、つる植物を除く、その中に出現した胸高直径1.5cm以上の木本類を対象として毎木調査を行った。胸高は1.3mとした。出現した個体の種名を記録するとともに、樹高と胸高直径（DBH）を測定した。樹高は最大高20mの測高

棹を用いて0.5m単位で計測し、胸高直径は直径巻尺を用いて1mm単位で計測した。また、南北からの風の当たりが強い地域であり、夏の時期では南風が卓越しているため、各調査地点における富津岬の南側の汀線からの距離を地理院地図と照らし合わせて測定した。

また海岸林において風の影響を受けやすい林縁の樹木の生育状況を調査するため、幅2m・距離約245mのトランセクトを遊歩道に沿った林縁に設置して（図1）、毎木調査を行った。条件や調査項目に関しては林内での調査と同様とし、距離50m間隔で区域を設置し、計測を行った。

#### 2. 風環境調査

海岸林内および林外の風環境を調べるため、風向風速計（Davis製風向・風速スマートセンサー）を用いて定点観測を行った。定点は南側海岸側と内陸側にそれぞれ2地点ずつ、またそれらの林内と林縁に2地点ずつの計4地点に定点を設定した（図1）。風向風速計は1.5mの高さに設置した。観測では30分ごとの風速・突風の速さ・風向の平均を計測した。突風の風速は、インターバル期間内3秒の瞬間最大風速とした。観測時期は北向きの卓越風がみられる10月に行い、定点1と2では10月14日～10月20日、定点3と4では10月20日～10月26日において、各定点で7日間観測を行った。

#### 3. 分析方法

樹種構成については、各地点での毎木調査において出現した樹種について胸高断面積合計（BA： $m^2/ha$ ）を求めた。また、樹種の構成比について相対胸高断面積合計（RBA：%）を求めて、各方形区における全ての樹種の出現比率を算出した。

樹形の分析にあたっては、毎木調査で得られた各個体の樹高と胸高直径から形状比を求めた。形状比とは樹木の形状を示す指標であり、



図2 林内の様子(調査地点10付近)

胸高直径に対する樹高の比で求められる。形状比は70が基本で、形状比が70より小さくなるにつれずんぐりした樹形となり、70より大きくなるほど痩せ細った樹形となる。なお金子ほか(2000)によると、海岸林においては形状比が70以下の個体が折れにくく植栽木として好ましいとされており、形状比が70以下の個体からなる林分に維持する必要性が述べられている。

海岸からの距離に応じた樹形の分析については、海岸林に数多く出現したクロマツ個体群のデータを用いて次のように行った。海岸からの距離は、富津岬南側の海岸の汀線からの距離を用いた。そしてこの汀線からの距離に応じた、クロマツの樹高・胸高直径・形状比の変化を示したグラフを作成して相関係数を求め、有意性を検討した。クロマツ樹形のデータの分析は、各個体のデータを用いた分析を行ったほか、各

調査地点のクロマツ個体群の平均値を用いた分析も行った。

そのほか、海岸林に設置した風向風速計から得られたデータを基に定点別の最多風向および平均風速、期間内に発生した突風の平均風速を求め、林内および林縁の風環境の指標とした。

#### IV. 調査結果

##### 1. 樹種構成

林内における方形区を用いた毎木調査の結果を基に、各調査地点における出現樹種の出現本数と胸高断面積合計(BA)を、南側汀線からの距離とともに表1に、BAの相対値であるRBAを表2に示した。そして林縁でのトランセクトを用いた毎木調査の結果も同様にBAは表3、RBAは表4に示した。毎木調査全体を通して計274本が出現し、樹種は27種が確認された。宮

脇ほか(1981)で報告されているハゼノキやニセアカシア、また宇川ほか(2021)で報告されているイタチハギに関しては、今回の毎木調査では出現しなかった。一方、今回の調査では、宮脇ほか(1981)では出現が確認されていない樹種として、常緑広葉樹のスダジイ、ネズミモチ、ヤブツバキおよび落葉広葉樹のアキニレ、エンジュが確認された。

林縁以外の方形区における毎木調査では、18地点において計214本を測定し、樹種は27種が確認された。その中で枯死木は4本であった。各林分におけるBAの値は12.0～87.0m<sup>2</sup>/haで、平均は48.2m<sup>2</sup>/haであった。クロマツは16地点で出現し、計109本出現した。またクロマツのBAの平均値は32.0m<sup>2</sup>/ha、RBAの平均値は71.2%と7割ほどを占めており、本数は全体の約半分を占めていた。地点1と5においてはクロマツのRBAが100%であった。常緑広葉樹は66本出現し、落葉広葉樹は35本、また枯死木は4本出現した。

クロマツ以外の樹種では、クスノキ科の常緑樹広葉樹であるタブノキとシロダモが優占していた。タブノキの出現本数は13本であり、RBAの平均値は7.6%とクロマツに次いで高く、地点12ではRBAが56.5%と半分以上を占めている地点もあった。またシロダモは出現本数が9本で、RBAの平均値は5.5%で、RBAが一番高い地点8では52.7%であった。このタブノキとシロダモのRBAが高かった両地点とも、クロマツが出現していない地点であった。常緑広葉低木であるトベラは9本出現しており、富津海岸林の低木層を構成する主要種であった。シロダモとトベラに次いで出現本数が多かったクスノキ科の常緑広葉樹のヤブニッケイは、出現本数は8本と多かったが、RBAの平均値は1.1%と低かった。また同様に常緑広葉樹のサンゴジュも出現本数は8本であったが、RBAの平均値は0.6%とヤブニッケイよりも低かった。それに対してブナ科の常緑広葉樹のスダジイは、

出現本数は3本と多くはなかったが、RBAの平均値は4.3%と高い値であった。落葉広葉樹ではとくにエノキが出現本数8本と多く出現しており、RBAの平均値は3.6%と比較的高い値であった。次いで出現したのはアカメガシワであったが、出現本数は5本で、RBAの平均値は1.3%と低かった。

次にトランセクトにおける遊歩道沿いの林縁での毎木調査では、計60本を測定し、出現樹種は7種のみ確認された。その中で枯死木は1本であった。各林分におけるBAの値は44.6～78.1m<sup>2</sup>/haで、平均は62.9m<sup>2</sup>/haであった。クロマツは49本出現し、RBAの平均値は94.7%であり、方形区における調査と比べ、より高い割合であった。クロマツ以外の種はほとんど出現しなかったが、その中でも落葉広葉樹であるムクノキが最も多く出現し、4本が出現したが、RBAの平均値は0.2%と低かった。それに対して常緑広葉樹であるタブノキとスダジイは共に出現本数が1本であったが、RBAはタブノキが1.8%、スダジイは1.7%とクロマツ以外の種の中では高い値を示した。

## 2. 南側汀線からの距離とRBA

方形区での毎木調査で出現した樹種について、調査で得られた胸高断面積合計BAを基に、主要樹種とそれら以外の樹種を樹高タイプ別に分け、南側汀線からの距離ごとにおけるRBA(%)として示した(図3)。全体としてクロマツのRBAが大ききな値を占めていたが、とくに富津岬の南側の2地区(汀線距離160～230m、230から300mの範囲)において顕著であった。北側の2地区(汀線距離300～370m、370～440mの範囲)においても、クロマツのRBAが55%前後の値を占めていた。

最も南側の海岸に近い、南側汀線からの距離が160～230mの地点(地点9、11、14、15)においては、4地点の値を平均すると、クロマツが79.9%を占めていた。そして他の種ではス

表1 方形区での毎木調査で出現した樹種のBA (m<sup>2</sup>/ha)

| 南側汀線からの距離               | 160m   | 165m | 190m | 225m | 230m | 230m | 240m | 250m | 260m | 330m | 350m | 355m | 365m | 380m | 380m | 410m | 410m | 425m | BA平均値 | 出現本数(本) |     |   |
|-------------------------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|---------|-----|---|
| 地点番号                    | 14     | 15   | 11   | 9    | 13   | 18   | 17   | 10   | 16   | 3    | 2    | 1    | 12   | 7    | 5    | 6    | 4    | 8    |       |         |     |   |
| BA (m <sup>2</sup> /ha) |        |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |         |     |   |
| 常緑樹種                    | クロマツ   | 65.8 | 57.8 | 28.6 | 11.0 | 37.9 | 45.5 | 50.9 | 38.3 | 30.9 | 31.6 | 7.9  | 30.8 | —    | 49.1 | 42.3 | 38.0 | 9.4  | —     | 32.0    | 109 |   |
|                         | タブノキ   | —    | 0.8  | —    | —    | —    | —    | —    | —    | 0.6  | 5.2  | 2.2  | —    | 49.2 | —    | —    | 4.3  | 34.1 | —     | 5.4     | 13  |   |
|                         | シロダモ   | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | 2.4  | —    | —    | 11.6 | 5.1  | —    | —    | 18.1 | 15.0  | 2.9     | 9   |   |
|                         | スダジイ   | —    | —    | —    | 15.8 | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —     | 10.1    | 1.4 | 3 |
|                         | モチノキ   | —    | —    | —    | 1.0  | —    | —    | —    | —    | —    | 3.0  | —    | —    | —    | 9.2  | —    | —    | —    | —     | —       | 0.7 | 3 |
|                         | トベラ    | —    | —    | 0.4  | 0.8  | —    | 1.1  | 4.7  | —    | 0.1  | —    | 0.1  | —    | —    | 2.1  | —    | —    | —    | —     | —       | 0.5 | 9 |
|                         | ヤブニツケイ | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | 0.4  | —    | 2.6  | —    | —    | 3.8  | —    | —    | —    | —    | —     | 2.5     | 0.5 | 8 |
|                         | サンゴジュ  | —    | —    | —    | 1.3  | —    | —    | —    | 1.2  | —    | 2.6  | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —     | —       | 0.3 | 8 |
|                         | ウバメガシ  | —    | —    | —    | —    | —    | —    | 0.1  | 1.2  | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —     | —       | 0.1 | 2 |
|                         | ヒサカキ   | 0.4  | 0.6  | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —     | —       | 0.1 | 4 |
|                         | ネズミモチ  | 1.4  | 0.2  | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —     | —       | 0.1 | 2 |
|                         | ヤマモモ   | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | 1.4  | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —     | —       | 0.1 | 1 |
|                         | ヤブツバキ  | —    | 0.1  | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | 0.5  | —    | —    | —    | —     | —       | 0.0 | 2 |
| マサキ                     | —      | 0.3  | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —     | 0.0     | 2   |   |
| 落葉樹種                    | エノキ    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | 0.4  | 3.0  | 1.8  | —    | 10.6 | —    | 2.1  | 19.4 | 0.8  | —     | 2.1     | 9   |   |
|                         | アカメガシワ | 0.1  | —    | —    | 7.6  | —    | —    | —    | —    | 0.1  | 1.6  | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —     | 0.5     | 5   |   |
|                         | エンジュ   | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | 8.9  | —    | —    | —    | —    | —     | 0.5     | 1   |   |
|                         | アキニレ   | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | 5.6  | —     | 0.3     | 1   |   |
|                         | オオバイボタ | 0.9  | —    | —    | —    | —    | —    | —    | 0.2  | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —     | 0.1     | 4   |   |
|                         | イヌビワ   | —    | —    | —    | 0.9  | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —     | 0.1     | 1   |   |
|                         | ガマズミ   | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | 1.2  | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —     | 0.1     | 1   |   |
|                         | カキノキ   | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | 1.5  | —    | —    | —     | 0.1     | 1   |   |
|                         | ヤマグワ   | —    | —    | —    | —    | —    | —    | 0.4  | —    | 0.1  | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —     | 0.0     | 4   |   |
|                         | アキグミ   | —    | —    | 0.6  | 0.1  | 0.1  | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —     | 0.0     | 3   |   |
|                         | ムクノキ   | —    | —    | —    | —    | 0.2  | —    | —    | —    | —    | 0.4  | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —     | 0.0     | 2   |   |
|                         | ヌルデ    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | 0.2  | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —     | 0.0     | 2   |   |
|                         | カマツカ   | —    | —    | —    | —    | 0.1  | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —     | 0.0     | 1   |   |
| 枯死                      | —      | —    | —    | —    | —    | —    | 0.6  | —    | 0.1  | 1.0  | —    | —    | 2.9  | —    | —    | —    | —    | —    | 0.3   | 4       |     |   |
| 合計                      | 68.6   | 59.8 | 29.6 | 38.5 | 38.3 | 47.2 | 56.3 | 41.3 | 32.7 | 55.6 | 12.0 | 30.8 | 87.0 | 66.0 | 42.3 | 45.9 | 86.6 | 28.4 | 48.2  | 214     |     |   |

表2 方形区での毎木調査で出現した樹種のRBA (%)

| 南側汀線からの距離 | 160m   | 165m | 190m | 225m | 230m | 230m | 240m | 250m | 260m | 330m | 350m | 355m | 365m | 380m | 380m | 410m | 410m | 425m | RBA平均値 | 出現本数(本) |     |   |
|-----------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|---------|-----|---|
| 地点番号      | 14     | 15   | 11   | 9    | 13   | 18   | 17   | 10   | 16   | 3    | 2    | 1    | 12   | 7    | 5    | 6    | 4    | 8    |        |         |     |   |
| RBA (%)   |        |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |        |         |     |   |
| 常緑樹種      | クロマツ   | 96.1 | 96.7 | 98.2 | 28.6 | 98.9 | 96.6 | 90.4 | 92.8 | 94.8 | 57.3 | 65.1 | 100  | —    | 73.4 | 100  | 82.6 | 10.9 | —      | 71.2    | 109 |   |
|           | タブノキ   | —    | 1.4  | —    | —    | —    | —    | —    | —    | 1.7  | 9.4  | 18.4 | —    | 56.5 | —    | —    | 9.4  | 39.4 | —      | 7.6     | 13  |   |
|           | シロダモ   | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | 4.3  | —    | —    | 13.3 | 7.7  | —    | —    | 20.1 | 52.7   | 5.5     | 9   |   |
|           | スダジイ   | —    | —    | —    | 41.1 | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —      | 35.5    | 4.3 | 3 |
|           | モチノキ   | —    | —    | —    | 2.6  | —    | —    | —    | —    | —    | 5.4  | —    | —    | —    | 13.7 | —    | —    | —    | —      | —       | 1.2 | 3 |
|           | ヤブニツケイ | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | 0.9  | —    | 4.7  | —    | —    | 4.4  | —    | —    | —    | —    | —      | 8.9     | 1.1 | 8 |
|           | トベラ    | —    | —    | 1.3  | 2.1  | —    | 2.2  | 8.3  | —    | 0.3  | —    | 1.1  | —    | —    | 3.2  | —    | —    | —    | —      | —       | 1.0 | 9 |
|           | サンゴジュ  | —    | —    | —    | 3.3  | —    | —    | —    | —    | 3.0  | —    | 4.6  | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —      | —       | 0.6 | 8 |
|           | ウバメガシ  | —    | —    | —    | —    | —    | —    | 0.1  | 2.9  | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —      | —       | 0.2 | 2 |
|           | ヒサカキ   | 0.5  | 0.9  | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —      | —       | 0.1 | 4 |
|           | ネズミモチ  | 2    | 0.4  | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —      | —       | 0.1 | 2 |
|           | ヤマモモ   | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | 2.5  | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —      | —       | 0.1 | 1 |
|           | ヤブツバキ  | —    | 0.2  | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | 0.7  | —    | —    | —    | —      | —       | 0.1 | 2 |
| マサキ       | —      | 0.4  | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —      | 0.0     | 2   |   |
| 落葉樹種      | エノキ    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | 1.1  | 5.4  | 15.3 | —    | 12.2 | —    | 4.6  | 22.4 | 2.9  | —      | 3.8     | 9   |   |
|           | アカメガシワ | 0.1  | —    | —    | 19.6 | —    | —    | —    | —    | 0.2  | 2.9  | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —      | 1.3     | 5   |   |
|           | エンジュ   | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | 10.3 | —    | —    | —    | —    | —      | 0.6     | 1   |   |
|           | アキニレ   | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | 6.4  | —      | 0.4     | 1   |   |
|           | カキノキ   | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | 3.3  | —    | —      | 0.2     | 1   |   |
|           | オオバイボタ | 1.2  | —    | —    | —    | —    | —    | —    | 0.4  | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —      | 0.1     | 4   |   |
|           | イヌビワ   | —    | —    | —    | 2.3  | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —      | 0.1     | 1   |   |
|           | ガマズミ   | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | 2.2  | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —      | 0.1     | 1   |   |
|           | アキグミ   | —    | —    | —    | 0.5  | 0.4  | 0.3  | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —      | 0.1     | 3   |   |
|           | ムクノキ   | —    | —    | —    | —    | 0.6  | —    | —    | —    | —    | 1.4  | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —      | 0.1     | 2   |   |
|           | ヌルデ    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | 0.4  | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —      | 0.0     | 2   |   |
|           | カマツカ   | —    | —    | —    | —    | 0.1  | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —      | 0.0     | 1   |   |
|           | 枯死     | —    | —    | —    | —    | —    | —    | 1.2  | —    | 0.2  | 1.0  | —    | —    | 3.3  | 1.3  | —    | —    | —    | —      | 0.4     | 4   |   |
| 合計        | 100    | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100    | 100     | 214 |   |

ダジイが平均10.3%と大きく占めていた。その他の常緑樹では全体での主要樹種であるシロダモや高木層の構成種であるヤブニツケイは出現がみられなかった。トベラを除いた常緑小高木(サンゴジュ、ヒサカキ)が1.2%であり、その他では1%にも満たなかった。また落葉樹はアカメガシワが4.9%と落葉樹では高い値であった。その他ではムクノキやエノキの出現がみられず、落葉高木(アキニレ、カキノキ、エ

ンジュ、イヌビワ)や落葉低木(アキグミ、ヤマグワ、ヌルデ、カマツカ、オオバイボタ)は1%にも満たなかった。また常緑広葉樹はRBAが計14.3%であり、落葉樹は6.0%と常緑広葉樹の方の割合が高い結果となった。

南側汀線からの距離が230~300mの地点(地点10、13、16、17、18)においては、5地点の値を平均すると、クロマツが94.7%とほとんどを占めていた。その他では常緑広葉樹のトベラ

表3 トランセクトでの毎木調査に出現した樹種のBA (m<sup>2</sup>/ha)

| 地点                      |        | A        | B        | C        | D        | E         | BA平均値 | 出現本数(本) |  |
|-------------------------|--------|----------|----------|----------|----------|-----------|-------|---------|--|
| 南側汀線からの距離               |        | 170~220m | 220~270m | 270~320m | 320~370m | 370m~415m |       |         |  |
| BA (m <sup>2</sup> /ha) |        |          |          |          |          |           |       |         |  |
| 常緑樹                     | クロマツ   | 43.4     | 65.3     | 46.9     | 77.8     | 63.5      | 59.4  | 49      |  |
|                         | タブノキ   | —        | 6.6      | —        | —        | —         | 1.3   | 1       |  |
|                         | スダジイ   | —        | —        | —        | —        | 6.1       | 1.2   | 1       |  |
|                         | トベラ    | 1.2      | —        | —        | —        | —         | 0.2   | 1       |  |
| 落葉樹                     | ヤマグワ   | —        | —        | 1.2      | —        | —         | 0.2   | 1       |  |
|                         | ムクノキ   | —        | —        | 0.4      | 0.2      | —         | 0.1   | 4       |  |
|                         | アカメガシワ | —        | —        | —        | 0.1      | 0.6       | 0.1   | 2       |  |
| 枯死                      | —      | —        | —        | —        | 1.1      | 0.2       | 1     |         |  |
| 合計                      |        | 44.6     | 71.9     | 48.5     | 78.1     | 71.4      | 62.9  | 60      |  |

表4 トランセクトでの毎木調査に出現した樹種のRBA (%)

| 地点        |        | A        | B        | C        | D        | E         | RBA平均値 | 出現本数(本) |  |
|-----------|--------|----------|----------|----------|----------|-----------|--------|---------|--|
| 南側汀線からの距離 |        | 170~220m | 220~270m | 270~320m | 320~370m | 370m~415m |        |         |  |
| RBA (%)   |        |          |          |          |          |           |        |         |  |
| 常緑樹       | クロマツ   | 97.3     | 90.9     | 96.6     | 99.6     | 88.9      | 94.7   | 49      |  |
|           | タブノキ   | —        | 9.1      | —        | —        | —         | 1.8    | 1       |  |
|           | スダジイ   | —        | —        | —        | —        | 8.6       | 1.7    | 1       |  |
|           | トベラ    | 2.7      | —        | —        | —        | —         | 0.5    | 1       |  |
| 落葉樹       | ヤマグワ   | —        | —        | 2.5      | —        | —         | 0.5    | 1       |  |
|           | ムクノキ   | —        | —        | 0.9      | 0.3      | —         | 0.2    | 4       |  |
|           | アカメガシワ | —        | —        | —        | 0.1      | 0.9       | 0.2    | 2       |  |
| 枯死        | —      | —        | —        | —        | 1.6      | 0.3       | 1      |         |  |
| 合計        |        | 100      | 100      | 100      | 100      | 100       | 100    | 60      |  |

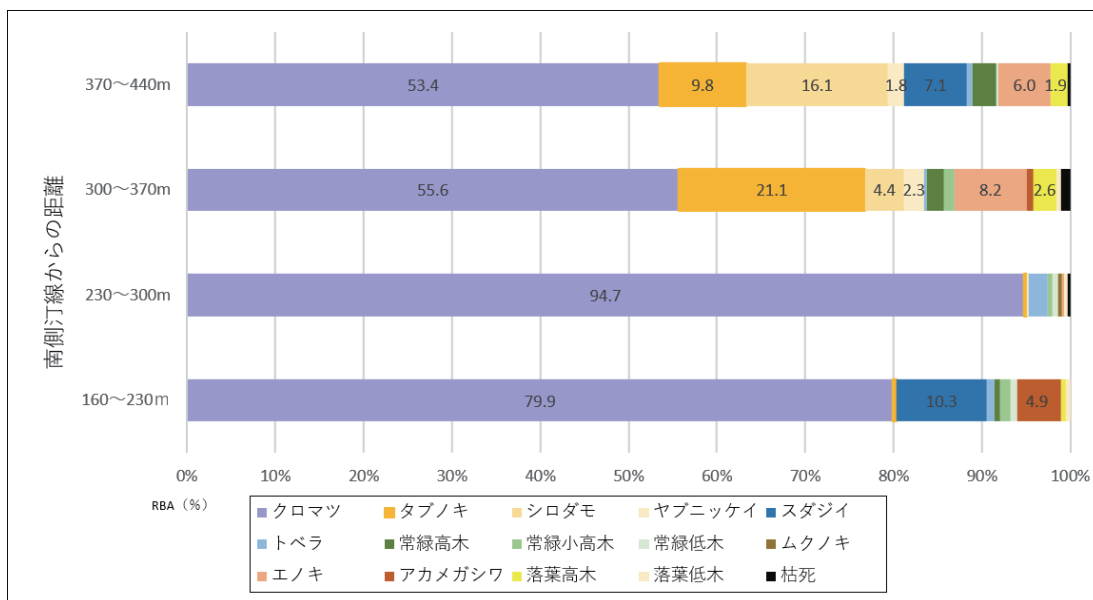


図3 南側汀線からの距離に応じた構成種のRBAの変化  
(各地点における樹種のRBAの平均を用いて作成)

が2.2%であり、他の地点の中でも一番高かった。その他の常緑広葉樹ではタブノキとヤブニッケイなどが僅かに出現している程度であった。落葉樹は一番高い値の種でもムクノキが0.4%と低い値であり、エノキと落葉低木も僅かな値であった。また、枯死木も僅かだが出現がみられた。常緑広葉樹はRBAが計3.8%で、落葉樹は計1.0%と常緑広葉樹の方が僅かだがRBAが高くなった。

南側汀線からの距離が300～370mの地点(地点1、2、3、12)においては、4地点の値を平均すると、クロマツのRBAが55.6%であり、この地点の半分ほどを占めていた。またクロマツに次いで値が高かったのは常緑広葉樹のタブノキであり、21.2%と高い値でこの地点で優占していた。そして他の常緑広葉樹では、シロダモが4.4%であり、またヤブニッケイは2.3%とある程度の出現がみられた。また、その他の常緑高木(モチノキ、ヤマモモ)も2.0%とある程度の出現がみられたが、常緑低木(ネズミモチ、マサキ、ヤブツバキ、ウバメガシ)は他の地点では出現していたが、この地点では出現がみられなかった。落葉樹ではエノキが8.2%と高い値であり、ある程度の優占がみられた。その他の落葉樹ではムクノキが出現せず、アカメガシワは0.7%、落葉低木も0.6%と僅かであった。また枯死木も1.1%出現した。常緑広葉樹のRBAは計31.3%と全体の3割を占めており、160～230mの地点と230～300mの地点よりも高い割合であった。そして落葉樹のRBAは計12.1%と他の地点よりも一番高くなった。

南側汀線からの距離が370～440mの地点(4～8)においては、5地点の値を平均すると、クロマツのRBAが53.4と半分ほどの割合であった。その他では常緑広葉樹のシロダモが16.1%と一番高い値であった。また他の常緑広葉樹ではタブノキが9.8%、スダジイが7.1%とある程度高い値を示した。またヤブニッケイは1.8%、常緑高木は2.7%とある程度の出現がみ

られた。そしてトベラや常緑低木は1%以下と低く、常緑小高木は出現しなかった。落葉樹はエノキが6.0%と高い値であり、落葉高木は1.9%とある程度の出現がみられた。その他の落葉樹は出現がみられず、枯死の個体が0.3%であった。常緑広葉樹のRBAは計38.2%と他の地区と比べて一番高い値であり、落葉樹は8.2%とある程度高い値であったが、常緑広葉樹の方がかなり高い割合となった。

南側汀線からの距離が離れた300m以降の地点ではクロマツのRBAが低い分、タブノキやシロダモといった常緑広葉樹の高木種が高い割合で出現していたといえる。いずれも常緑広葉樹のRBAが30%以上と高い値であった。また常緑針葉樹のクロマツを除いた常緑広葉樹と落葉広葉樹の構成比を求めたところ160～230m地点では落葉樹が30%であり、230～300m地点では21%、300～370m地点では28%、370～440m地点では17%と、汀線距離との明瞭な対応関係はみられなかった。

### 3. 林内のクロマツの生育状況

以下では、富津海岸林において最も出現本数の多かったクロマツに着目し、海岸林内の方形区での毎木調査で得たデータを基に、南側汀線からの距離に応じたクロマツの生育状況の変化について、とくに樹形の指標である樹高・胸高直径・形状比に着目して述べていく。

#### 1) 樹高

南側汀線からの距離に伴うクロマツ個体の樹高について、図4に示した。まず、各汀線距離における樹高ではどの地点においても6～8m程度の樹高のばらつきがみられた。全体の中で一番高い個体で汀線距離355m地点での17mで、一番低い個体は汀線距離160m地点での5mであった。南側汀線からの距離に着目すると、南側汀線から北側へいくほど樹高が高くなる傾向がみられ、南側汀線からの距離が355mの個体で樹高のピークとなり、それ以降では樹高が少

し減少低下していた。南側汀線からの距離とクロマツ個体の樹高との相関関係を調べたところ、相関係数は0.58で、全体としては有意な正の相関が認められた ( $p < 0.001$ )。

次に各調査地点の方形区ごとに集計したクロマツの樹高の平均値と南側汀線からの距離との関係を図5に示した。まず全体で一番平均樹高が高かったのは汀線距離355mである地点1の14mであり、一番低いのは汀線距離230mであ

る地点13の7.6mであった。南側汀線からの距離に注目すると、全体としては南側汀線から北側へいくほど平均樹高が高くなる傾向がみられた。南側汀線からの距離と、各方形区のクロマツ樹高の平均値との相関関係を求めたところ、相関係数は0.53で、図4の場合と同様に有意な正の相関が認められた ( $p < 0.001$ )。

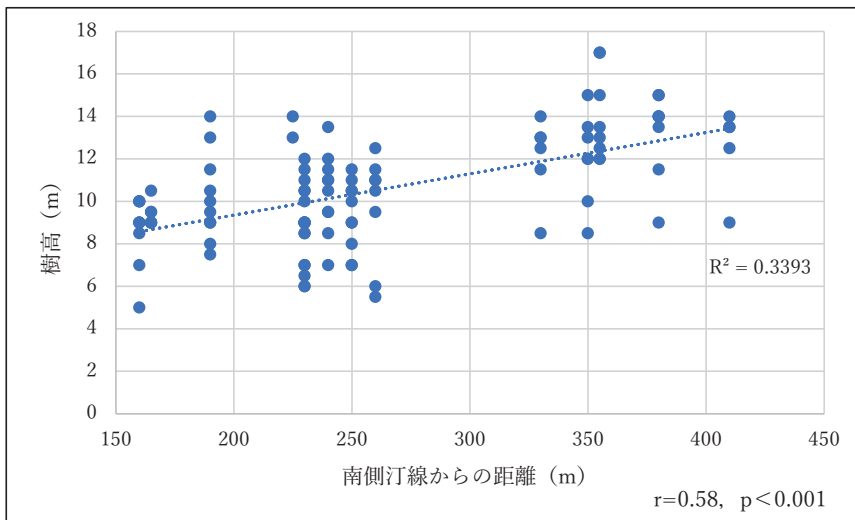


図4 南側汀線からの距離とクロマツ個体の樹高との関係

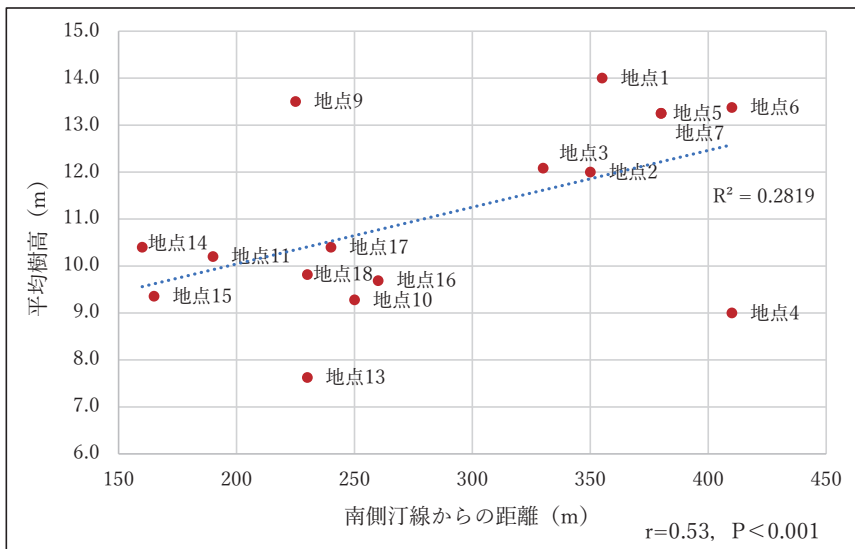


図5 南側汀線からの距離とクロマツの樹高の平均値との関係

(各地点の平均値を用いて作成)

## 2) 胸高直径

次に胸高直径について南側汀線からの距離に伴うクロマツ個体の胸高直径を散布図に示したところ、南側汀線からの距離300m付近を境に大きな違いがみられ、300m付近までの南側では負の相関がみられたのに対し、300m付近からの北側では正の相関がみられた。そのため、前者のグラフと後者のグラフを分割し、それぞれ図6-1、図6-2として示した。南側では、南側汀線から離れるほど胸高直径が小さくなる傾

向がみられた(図6-1)。富津岬の南側における南側汀線からの距離とクロマツ個体の胸高直径に関して相関関係をみたところ、相関係数は-0.35で有意な負の相関が認められた( $p < 0.001$ )。一方で富津岬の北側では、南側汀線から離れるほど胸高直径が大きくなる傾向がみられた(図6-2)。富津岬の北側における南側汀線からの距離とクロマツ個体の胸高直径に関して相関関係をみたところ、相関係数は0.51で有意な正の相関が認められた( $p < 0.001$ )。

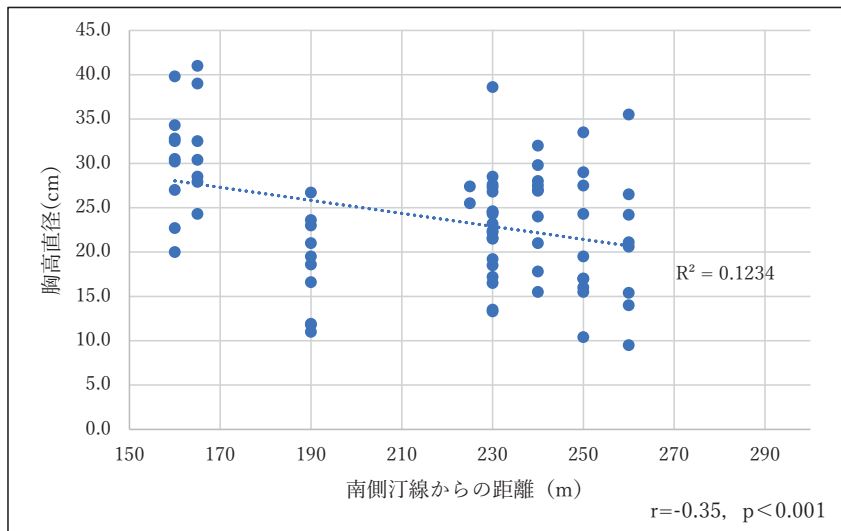


図6-1 南側における南側汀線からの距離とクロマツ個体の胸高直径との関係

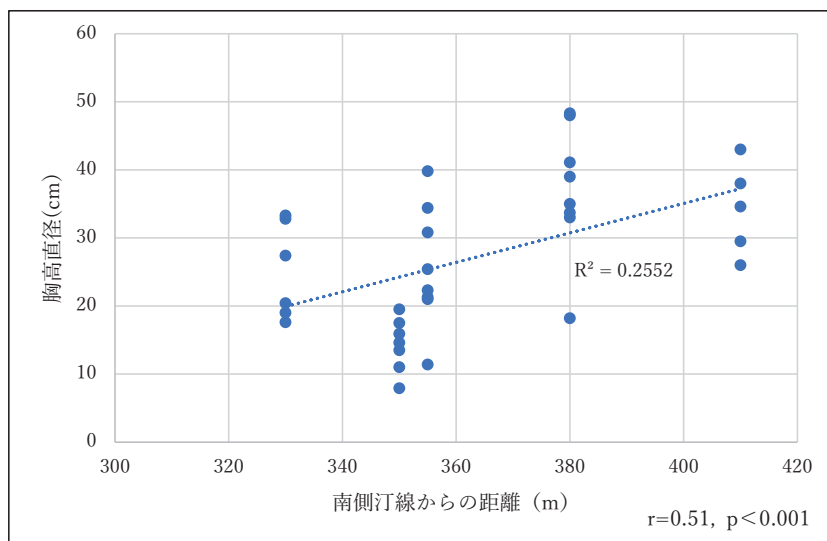


図6-2 北側における南側汀線からの距離とクロマツ個体の胸高直径との関係

次に各調査地点の方形区ごとに集計したクロマツの胸高直径の平均と南側汀線からの距離との関係について散布図に示したところ、個体ごとのデータの場合と同様の傾向がみられた。そのため、前述の個体データの場合と同様にグラフを分割し、それぞれ図7-1、図7-2として示した。南側では、南側汀線から北側へいくほど平均胸高直径が小さくなる傾向がみられた(図7-1)。富津岬の南側における南側汀線からの距

離と地点ごとのクロマツの胸高直径の平均値に関して相関関係をみたところ、相関係数は-0.58で有意な負の相関が認められた( $p < 0.001$ )。一方で北側では、南側汀線から北側へいくほど平均胸高直径が大きくなる傾向がみられた(図7-2)。富津岬の北側における南側汀線からの距離と地点ごとのクロマツの胸高直径の平均値に関して相関関係をみたところ、相関係数は0.69で有意な正の相関が認められた( $p < 0.001$ )。

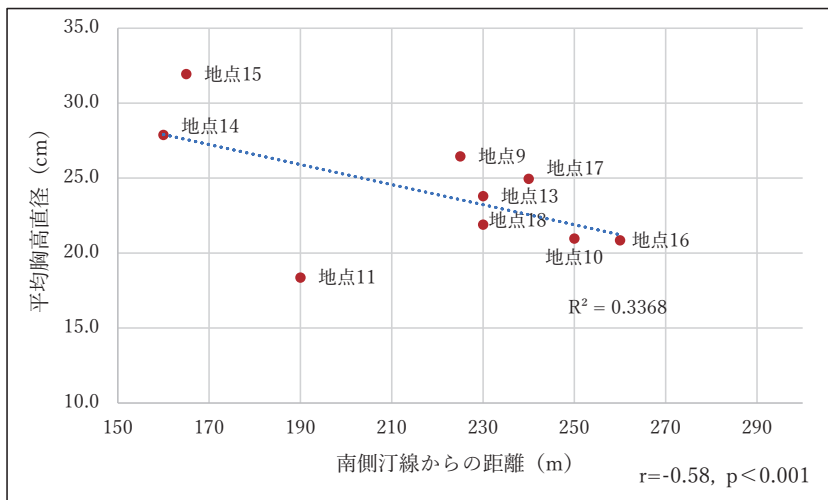


図7-1 南側における南側汀線からの距離とクロマツの胸高直径の平均値との関係  
(各地点の平均値を用いて作成)

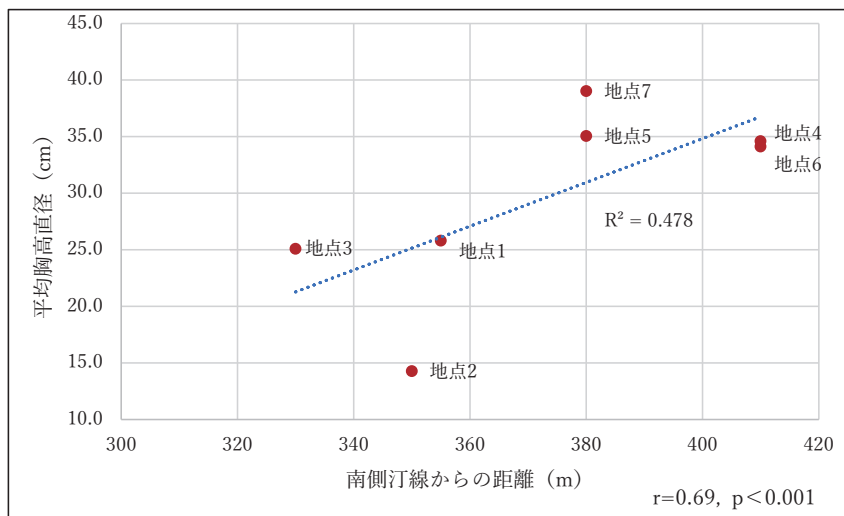


図7-2 北側における南側汀線からの距離とクロマツの胸高直径の平均値との関係  
(各地点の平均値を用いて作成)

### 3) 形状比

次に形状比について南側汀線からの距離に伴うクロマツ個体の形状比を散布図に示したところ、胸高直径の場合と同様に南側汀線からの距離300m付近を境に大きな違いがみられ、300m付近までの南側では正の相関がみられたのに対し、300m付近から北側では負の相関がみられた。そのため、前者のグラフと後者のグラフを分割し、それぞれ図8-1、図8-2として示した。富津岬の南側では、南側汀線から北側へいくほど、なだらかに形状比が大きくなる傾向がみられた(図8-1)。富津岬の南側における南側汀線からの距離とクロマツ個体の形状比に関して相

関関係をみたところ、相関係数は0.29で有意な弱い正の相関が認められた( $p < 0.001$ )。一方で北側では、南側汀線からの距離が350m付近をピークに、北側にいくほど形状比が小さくなる傾向がみられた(図8-2)。富津岬の北側における南側汀線からの距離とクロマツ個体の形状比に関して相関関係をみたところ、相関係数は-0.37で有意な負の相関が認められた( $p < 0.001$ )。

次に各調査地点の方形区ごとに集計したクロマツの形状比の平均値と南側汀線からの距離との関係について散布図に示したところ、上述の個体データの場合と同様の傾向がみられた。そのため同様にグラフを分割し、それぞれ図9-1、

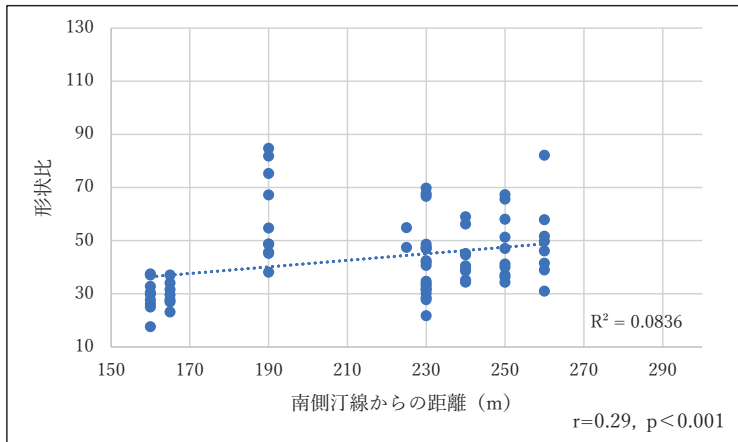


図8-1 南側における南側汀線からの距離とクロマツ個体の形状比との関係

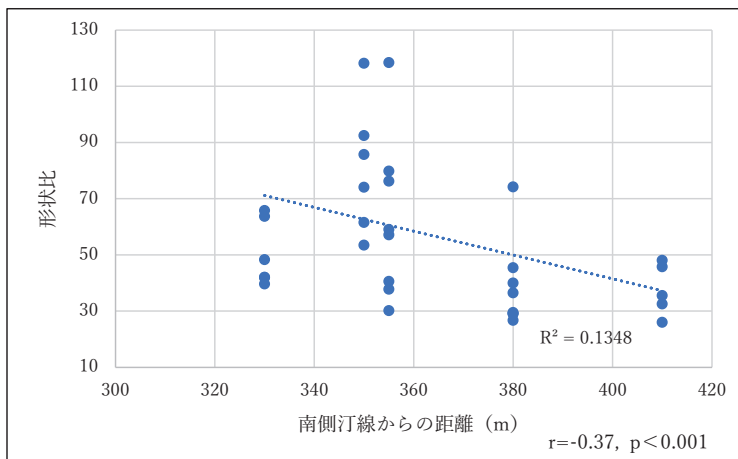


図8-2 北側における南側汀線からの距離とクロマツ個体の形状比との関係

図9-2として示した。富津岬の南側では、南側汀線から北側へいくほど平均形状比が高くなる傾向がみられた(図9-1)。富津岬の南側における南側汀線からの距離と地点ごとのクロマツの形状比の平均値に関して相関関係をみたところ、相関係数は0.49で有意な正の相関が認められた( $p < 0.001$ )。一方、北側でも、個体データの場合と同様に、南側汀線から北側へいくほど平均形状比が小さくなる傾向がみられた(図9-2)。富津岬の北側における南側汀線からの距離と地点ごとのクロマツの形状比の平均値に関

して相関関係をみたところ、相関係数は-0.76で有意な強い負の相関が認められた( $p < 0.001$ )。

#### 4. 林縁のクロマツの生育状況

次に海岸林の中で一番海風による影響を受けやすい林縁部において行ったトランセクトでの毎木調査の結果を基に、出現率が高かったクロマツに着目し、南側汀線からの距離に応じたクロマツの樹高、胸高直径および形状比について、南側汀線からの距離に応じた区分ごとに出現した個体の平均値を求めた(図10～12)。

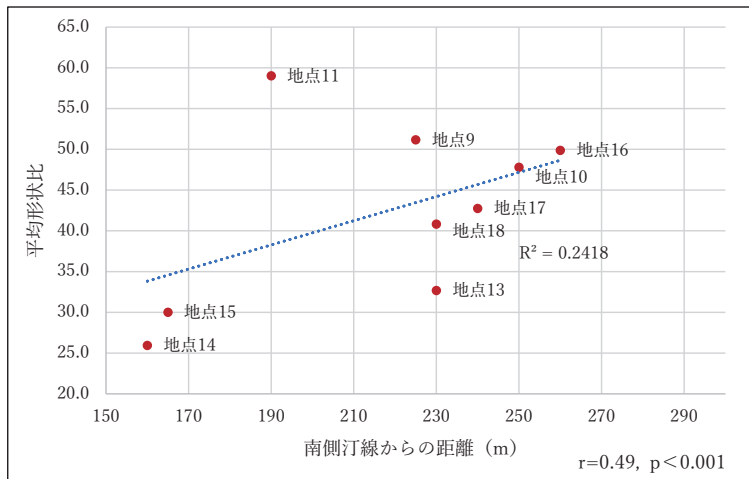


図9-1 南側における南側汀線からの距離とクロマツの形状比の平均値との関係  
(各地点の平均値を用いて作成)

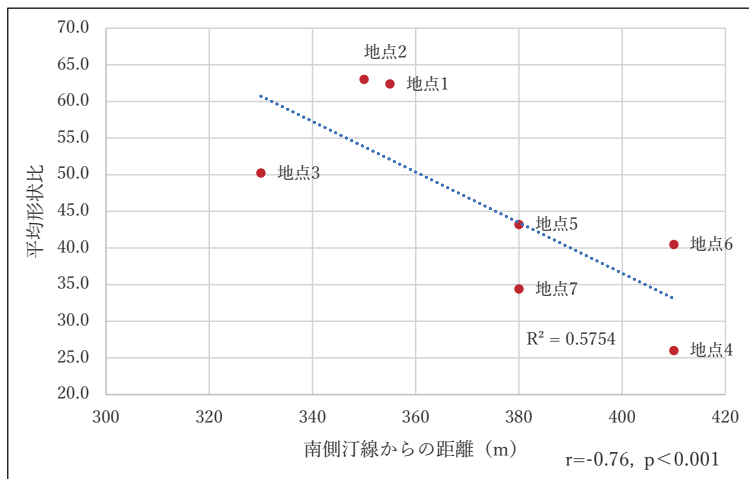


図9-2 北側における南側汀線からの距離とクロマツの形状比の平均値との関係  
(各地点の平均値を用いて作成)

### 1) 樹高

林内の場合と同様に、全体を通して南側汀線からの距離が大きくなるにつれて平均樹高が高くなる結果となった(図10)。相関係数は0.96で、有意な強い正の相関が認められた( $p < 0.001$ )。

### 2) 胸高直径

区域ごとの胸高直径の平均についても、全体としては南側汀線からの距離が大きくなるにつ

れて平均胸高直径が大きくなる傾向があった。相関係数は0.85で、有意な強い正の相関が認められた( $p < 0.001$ )。

### 3) 形状比

区域ごとの形状比の平均については、南側汀線からの距離との相関係数は-0.07で(図12)、特定の傾向は認められなかった。

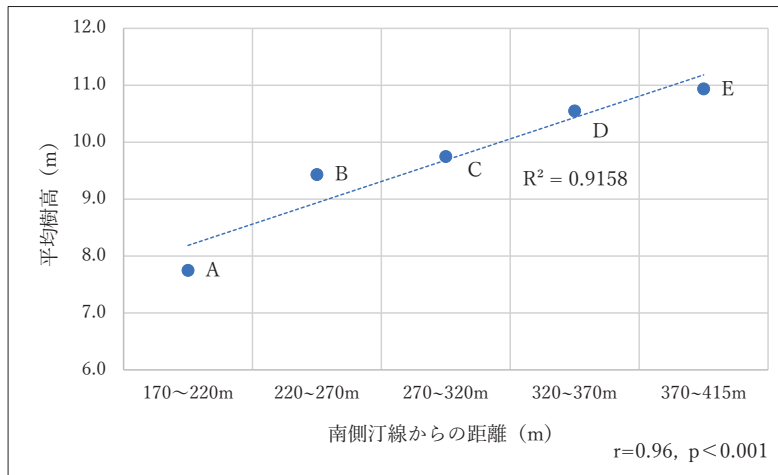


図10 林縁部のトランセクトにおける南側汀線からの距離とクロマツの樹高の関係  
(各区域での平均値を用いて作成)

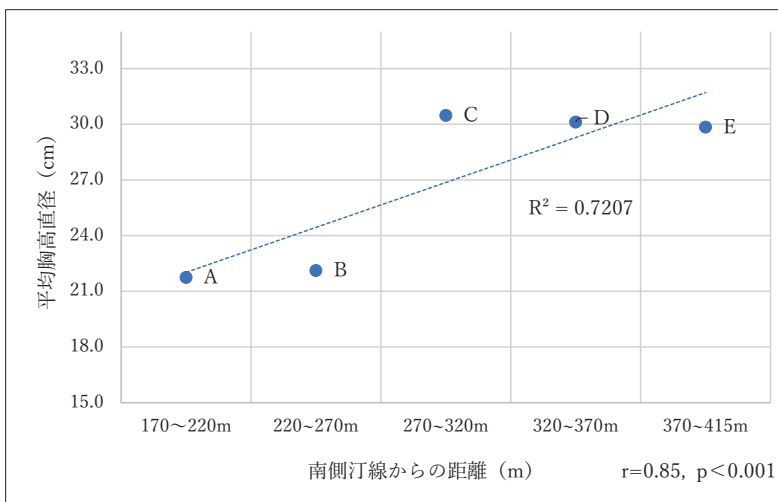


図11 林縁部のトランセクトにおける南側汀線からの距離とクロマツの胸高直径との関係  
(各区域での平均値を用いて作成)

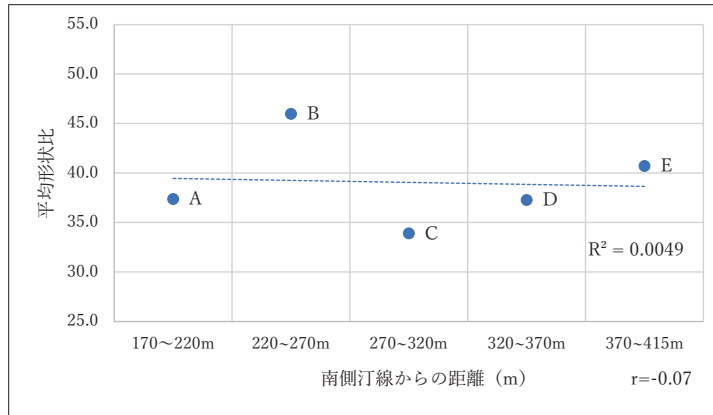


図 12 林縁部のトランセクトにおける南側汀線からの距離とクロマツの形状比値との関係  
(各地点での平均値を用いて作成)

## 5. 広葉樹の生育状況

富津海岸林において出現した広葉樹について、海岸林内の方形区での毎木調査で得たデータを基に南側汀線からの距離に応じた広葉樹の樹種構成や生育状況の変化について述べていく。

### 1) 樹高

林内に出現した広葉樹の樹高について、広葉樹が出現した全 16 地点における樹高階分布を示した (図 13-a)。また、南側汀線からの距離に応じた区分ごとの樹高階分布についても同様に示した (図 13-b、13-c、13-d、13-e)。全体では、樹高 3 ~ 6m の小高木が 41 本と圧倒的な出現本数であった。また、1 ~ 3m の低木も 14 本と多く、6 ~ 9m の中高木や 9 ~ 12m の高木もある程度出現していた。樹種に着目すると、ヤブニッケイやタブノキ、シロダモといったクスノキ科の常緑広葉高木種が、高木だけでなく、3 ~ 6m の小高木層においても 9 本ほど出現していた。

次に、南側汀線からの距離ごとにみると、南側汀線に近い地点では、低木および小高木の割合が高く、とくに南側汀線からの距離 160 ~ 230m の地点では、トベラなどの常緑低木や常緑中高木であるヒサカキが顕著に出現した。そ

して、南側汀線に近い地点では高木が少なく、北側に行くほど、高木が多く出現していた。

### 2) 胸高直径

林内に出現した広葉樹の胸高直径について、広葉樹が出現した 16 地点における胸高直径階分布を示した (図 14-a)。また、南側汀線からの距離に応じた区分ごとの胸高直径階分布についても同様に示した (図 14-b、14-c、14-d、14-e)。全体では、胸高直径が 5 ~ 10cm の本数が 69 本と最も多く出現し、1 ~ 5cm の本数も同程度の出現数であった。胸高直径 20cm 以上では、クスノキ科であるタブノキやシロダモといった常緑樹が多かった。胸高直径 1 ~ 5cm においては常緑樹と落葉樹が同程度の比率でみられたが、5 ~ 10cm の階級では常緑樹の方が多く出現した。南側汀線からの距離ごとにみると、南側汀線に近い地点では、胸高直径が小さい個体が多く、遠い地点では 10cm 以上の中径木が多くみられた。また、汀線距離 160 ~ 230m の地点では小径木において常緑樹が多く出現しており、汀線距離 230 ~ 300m の地点では小径木において落葉低木が多かった。そして、汀線距離 370 ~ 440m の地点ではエノキなどの落葉高木の出現が顕著にみられ、小径木から中径木にかけて広く出現していた。

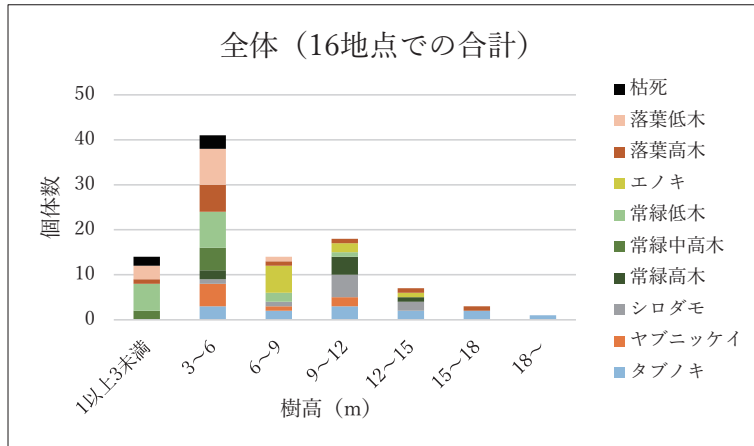


図 13-a 林内全体での広葉樹の樹高階分布  
(地点1と5を除いた16地点の合計値)

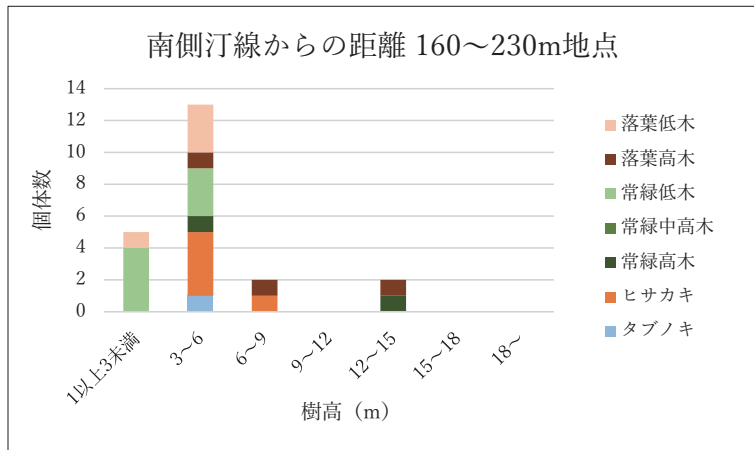


図 13-b 南側汀線からの距離 160 ~ 230mの地点での広葉樹の樹高階分布  
(地点9、11、14、15の合計値)

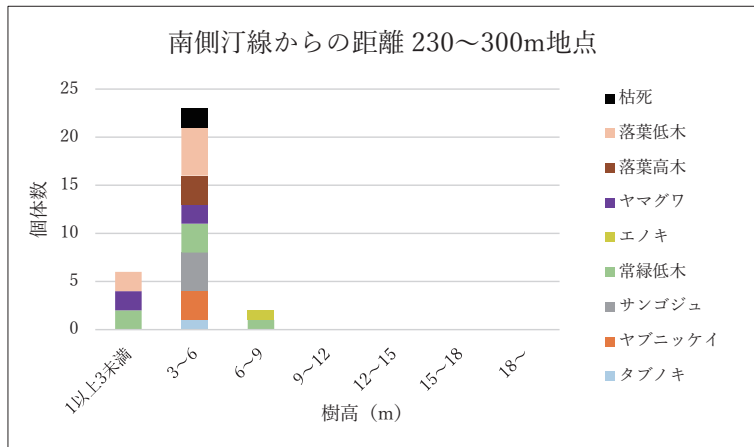


図 13-c 南側汀線からの距離 230 ~ 300mの地点での広葉樹の樹高階分布  
(地点10、13、16、17、18の合計値)

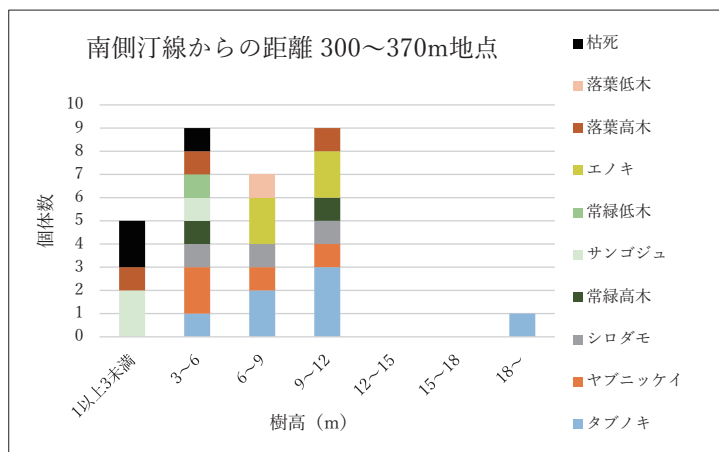


図 13-d 南側汀線からの距離 300～370mの地点での広葉樹の樹高階分布  
(地点 2、3、12 の合計値)

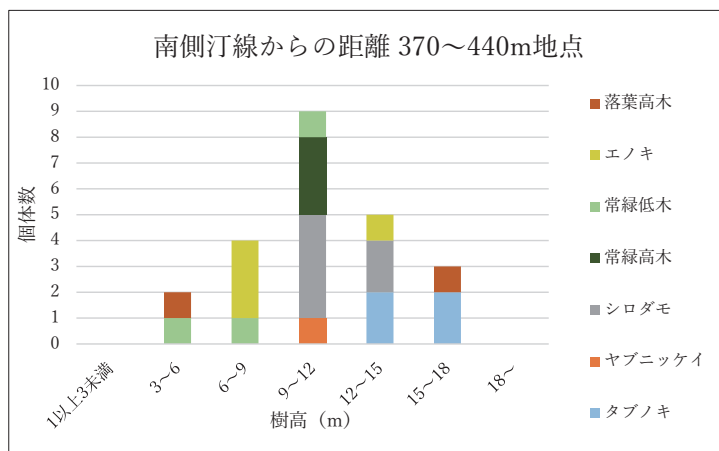


図 13-e 南側汀線からの距離 370～440mの地点での広葉樹の樹高階分布  
(地点 4、6、7、8 の合計値)

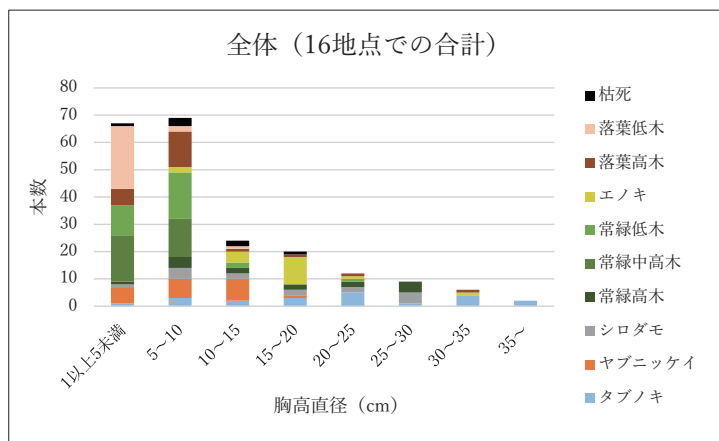


図 14-a 林内全体での広葉樹の胸高直径階分布  
(地点 1 と 5 を除いた 16 地点の合計値)

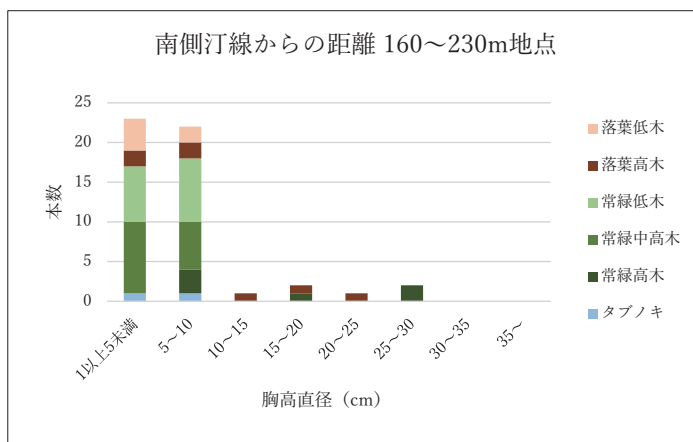


図 14-b 南側汀線からの距離 160 ～ 230mの地点での広葉樹の胸高直径階分布  
(地点 9、11、14、15 の合計値)

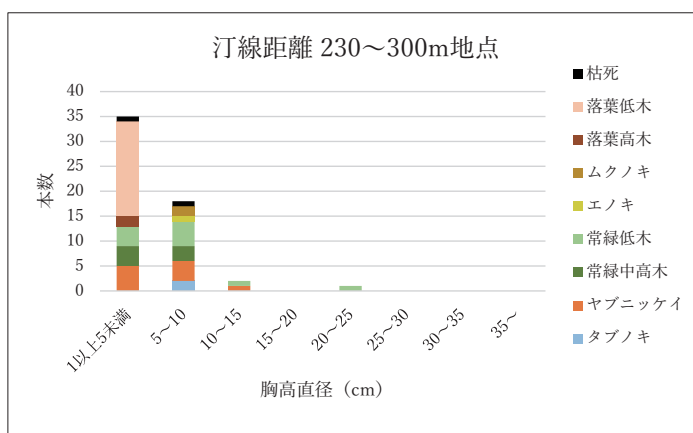


図 14-c 南側汀線からの距離 230 ～ 300mの地点での広葉樹の胸高直径階分布  
(地点 10、13、16、17、18 の合計値)

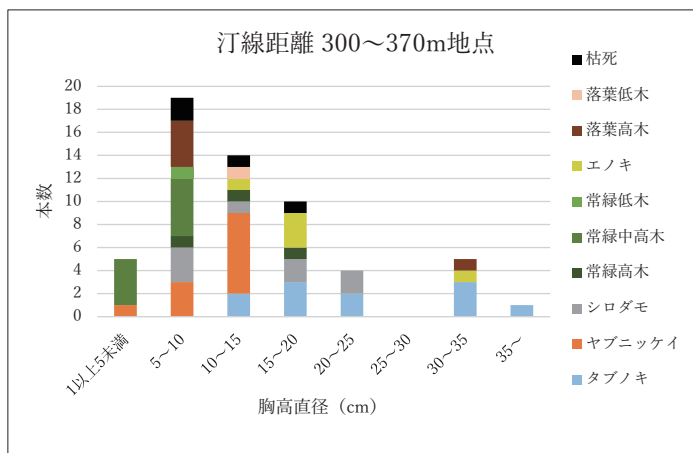


図 14-d 南側汀線からの距離 300 ～ 370mの地点での広葉樹の胸高直径階分布  
(地点 2、3、12 の合計値)

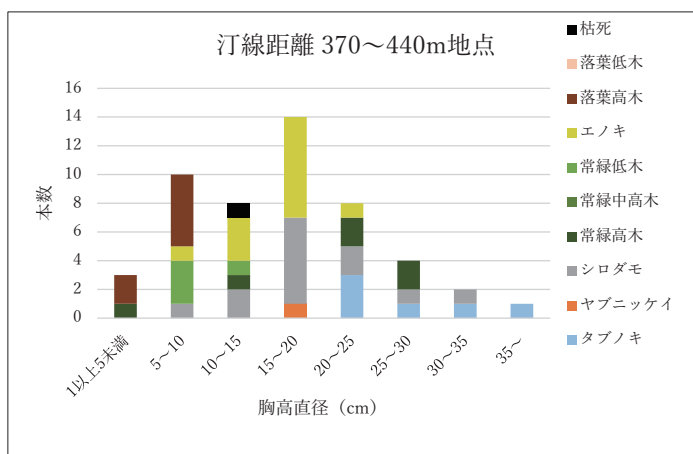


図 14-e 南側汀線からの距離 370～440mの地点での広葉樹の胸高直径階分布  
(地点4、6、7、8の合計値)

### 3) 形状比

林内に出現した広葉樹の形状比について、広葉樹が出現した16地点における形状比階分布を示した(図15-a)。また、南側汀線からの距離に応じた区分ごとの形状比階分布についても同様に示した(図15-b、15-c、15-d、15-e)。全体では、形状比50～60の個体が21本と最も多く、それより小さい階級にいくほど階段状に少なくなっていく、同様にそれより大きい階級にいくほど少なくなる傾向があった。しかし、形状比

100以上の個体数に限って、14本と多く出現していた。また、各階級において樹種による違いはみられなかった。南側汀線からの距離ごとにもみると、汀線距離区分ごとの違いはみられたものの、汀線距離と樹種間に特定の傾向はみられなかった。多くの地点では形状比50～60の個体が最も多かったが、汀線距離230～300m地点ではほとんど出現せず、形状比100以上の個体が多く出現していた。

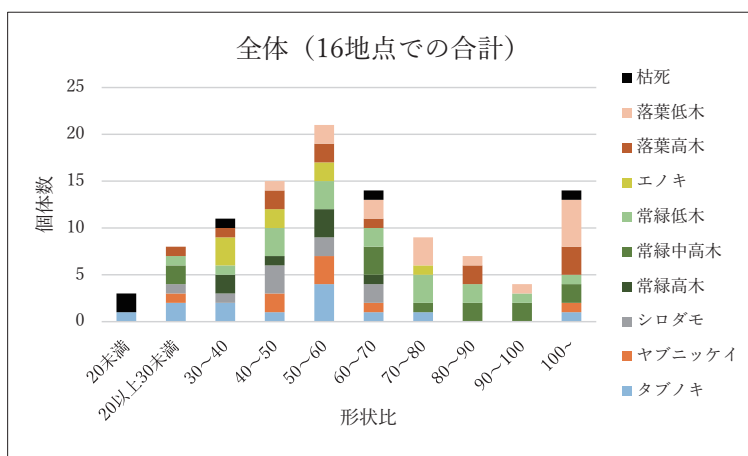


図 15-a 林内全体での広葉樹の形状比の階級分布  
(地点1と5を除いた16地点の合計値)

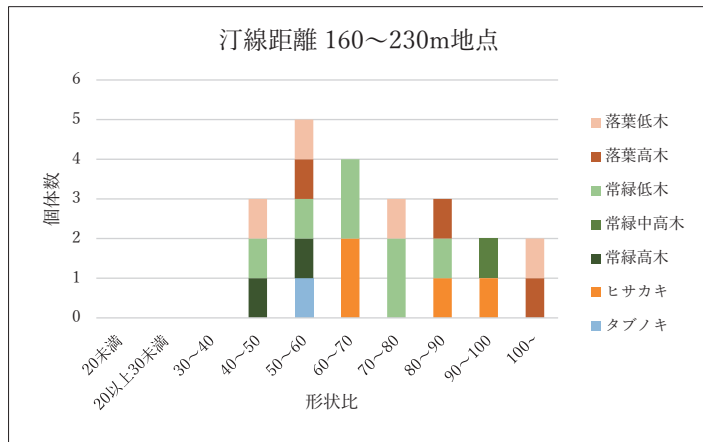


図 15-b 南側汀線からの距離 160～230mの地点での広葉樹の形状比の階級分布  
(地点 9、11、14、15 の合計値)

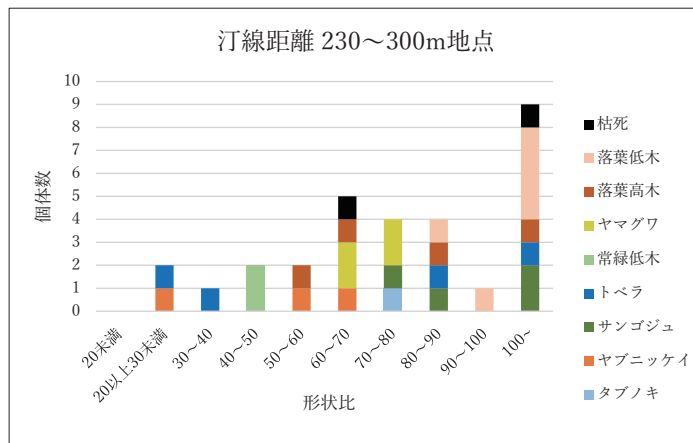


図 15-c 南側汀線からの距離 230～300m の地点での広葉樹の形状比の階級分布  
(地点 10、13、16、17、18 の合計値)

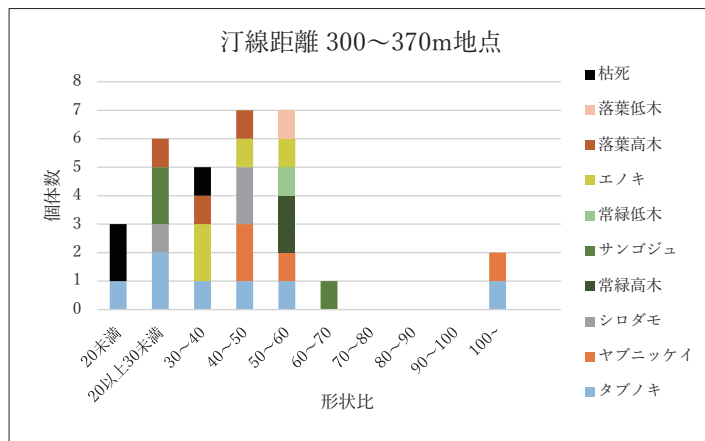


図 15-d 南側汀線からの距離 300～370mの地点での広葉樹の形状比の階級分布  
(地点 2、3、12 の合計値)

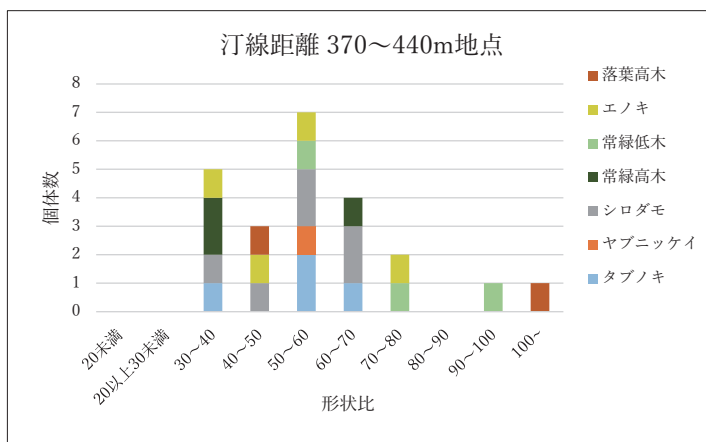


図 15-e 南側汀線からの距離が 370 ～ 440mの地点での広葉樹の形状比の階級分布  
(地点 4、6、7、8 の合計値)

## 6. 風環境

海岸林に 4ヶ所設置した風向風速計から得られた 30分ごとの風速および突風の速さのデータを用いて、各定点の観測結果を表 5 と表 6 に示した。また、それらを用いて各定点における風向別出現率を求め、風配図 (図 16) および突風の風配図 (図 17) を作成した。また、今回調査した 13 日間の天気を表 7 に示した。

富津岬の海岸林における風環境の調査では、林縁部 (定点 3 と定点 4) では突風が強い傾向がみられ、とくに西や北の風が多く観測された。それに対し、林内 (定点 1 と定点 2) では、東の成分を含んだ風が多かった。

富津岬に近い富津下飯野の観測所では、秋から冬にかけて北・西風が卓越し、春から夏にかけては南風が卓越している (千葉県 2022)。そ

表 5 定点 1 と 2 における風向ごとの風速と突風

| 風向  | 定点1      |         |             |         | 定点2      |         |             |         |
|-----|----------|---------|-------------|---------|----------|---------|-------------|---------|
|     | 風速 (m/s) | 回数 (風速) | 突風の速さ (m/s) | 回数 (突風) | 風速 (m/s) | 回数 (風速) | 突風の速さ (m/s) | 回数 (突風) |
| 北   | -        | 0       | -           | 0       | -        | 0       | -           | 0       |
| 北北東 | -        | 0       | 0.7         | 1       | -        | 0       | 1.0         | 1       |
| 北東  | -        | 0       | 0.5         | 5       | 0.3      | 1       | 0.3         | 1       |
| 東北東 | 0.6      | 3       | 1.1         | 6       | -        | 0       | 0.7         | 7       |
| 東   | 0.6      | 68      | 1.4         | 89      | -        | 0       | 0.5         | 14      |
| 東南東 | -        | 0       | -           | 0       | -        | 0       | -           | 0       |
| 南東  | -        | 0       | 0.6         | 11      | -        | 0       | 0.7         | 15      |
| 南南東 | -        | 0       | 1           | 1       | 0.3      | 1       | 0.3         | 1       |
| 南   | -        | 0       | 0.3         | 3       | -        | 0       | 0.3         | 1       |
| 南南西 | -        | 0       | -           | 0       | -        | 0       | -           | 0       |
| 南西  | -        | 0       | -           | 0       | -        | 0       | -           | 0       |
| 西南西 | -        | 0       | -           | 0       | -        | 0       | -           | 0       |
| 西   | -        | 0       | -           | 0       | -        | 0       | -           | 0       |
| 西北西 | -        | 0       | -           | 0       | -        | 0       | -           | 0       |
| 北西  | -        | 0       | -           | 0       | -        | 0       | -           | 0       |
| 北北西 | -        | 0       | -           | 0       | -        | 0       | -           | 0       |
| 合計  |          | 71      |             | 116     |          | 2       |             | 40      |

(2024 年 10 月 14 日～10 月 20 日の観測結果)

表6 定点3 と4 における風向ごとの風速と突風

| 風向  | 定点3      |         |             |         | 定点4      |         |             |         |
|-----|----------|---------|-------------|---------|----------|---------|-------------|---------|
|     | 風速 (m/s) | 回数 (風速) | 突風の速さ (m/s) | 回数 (突風) | 風速 (m/s) | 回数 (風速) | 突風の速さ (m/s) | 回数 (突風) |
| 北   | -        | 0       | 1.1         | 59      | -        | 0       | 0.5         | 8       |
| 北北東 | -        | 0       | 1.3         | 2       | -        | 0       | 0.7         | 1       |
| 北東  | -        | 0       | 2           | 1       | -        | 0       | -           | 0       |
| 東北東 | -        | 0       | 2           | 1       | -        | 0       | 0.3         | 1       |
| 東   | -        | 0       | -           | 0       | -        | 0       | 0.7         | 2       |
| 東南東 | -        | 0       | -           | 0       | -        | 0       | -           | 0       |
| 南東  | -        | 0       | 1           | 9       | -        | 0       | 0.9         | 17      |
| 南南東 | -        | 0       | 0.5         | 7       | -        | 0       | -           | 0       |
| 南   | -        | 0       | 0.9         | 9       | -        | 0       | -           | 0       |
| 南南西 | -        | 0       | 1           | 6       | -        | 0       | -           | 0       |
| 南西  | -        | 0       | 0.7         | 5       | -        | 0       | 1.1         | 1       |
| 西南西 | -        | 0       | 0.6         | 5       | -        | 0       | -           | 0       |
| 西   | -        | 0       | -           | 0       | -        | 0       | 0.3         | 1       |
| 西北西 | -        | 0       | 0.7         | 1       | 0.3      | 2       | 0.8         | 61      |
| 北西  | -        | 0       | 1           | 6       | 0.3      | 8       | 1.0         | 52      |
| 北北西 | 0.3      | 8       | 1.2         | 116     | -        | 0       | 0.7         | 6       |
| 合計  |          | 8       |             | 227     |          | 10      |             | 150     |

(2024年10月20日～10月26日の観測結果)

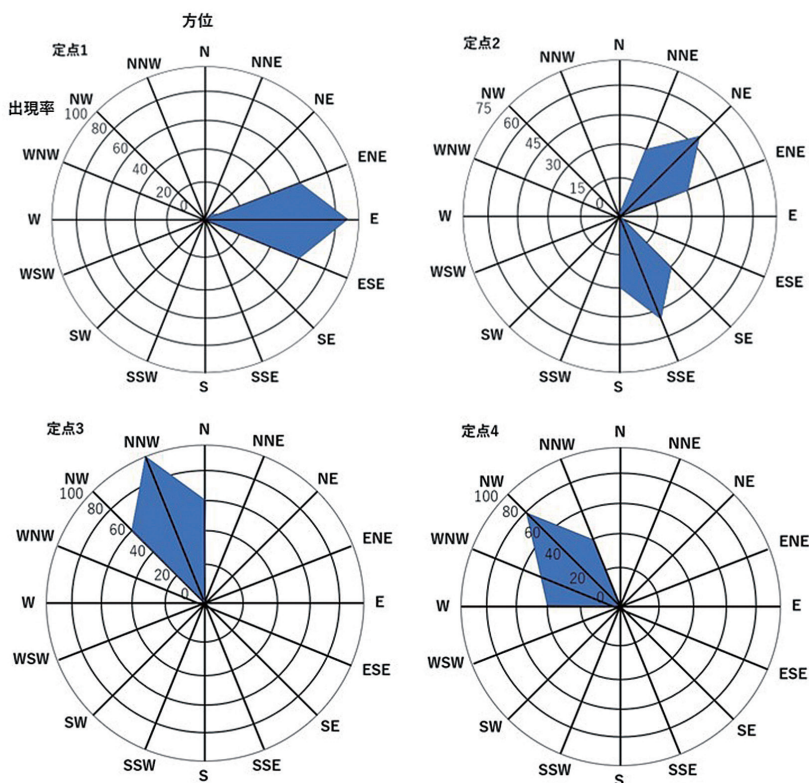


図16 4 定点における平均風速による風配図

(30分ごとの平均風速のデータを用いて作成)

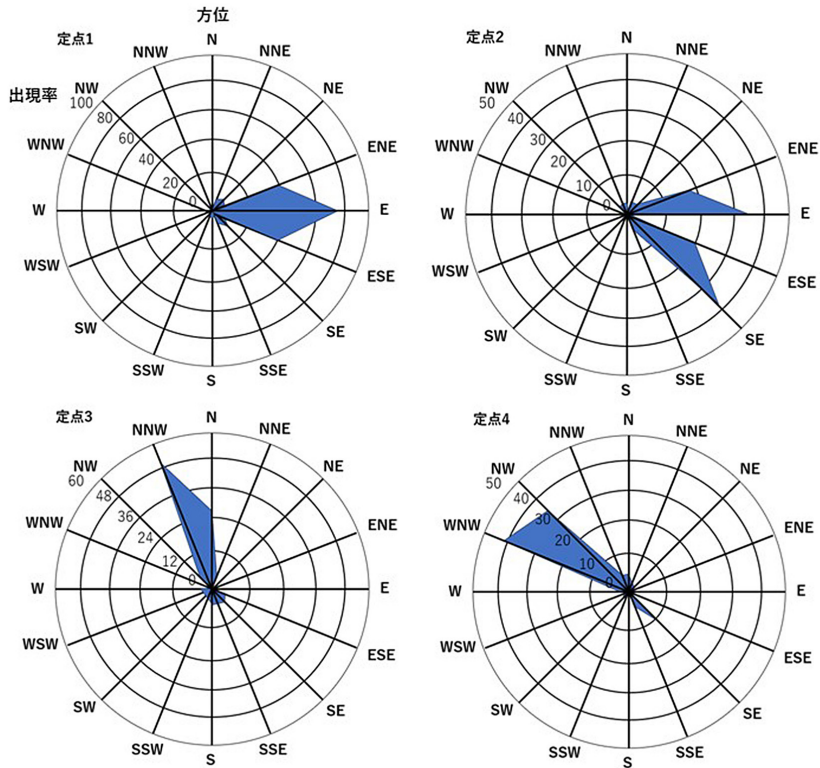


図 17 4 定点における突風による風配図

(30 分ごとの突風の速さの平均のデータを用いて作成)

表 7 定観測時の 13 日間の天気 (10 月 14 日～26 日)

|     | 日にち (10月)                   |
|-----|-----------------------------|
| 晴れ  | 14日、15日、19日、21日、22日         |
| くもり | 16日、17日、18日、20日、24日、25日、26日 |
| 雨   | 23日                         |

のため、今回の調査で得られた 10 月の富津岬の海岸林の風環境のデータについては、林縁部については千葉県とのデータと同様の傾向といえるが、林内では異なった結果となった。

## V. 考察

### 1. 海岸からの距離に応じたクロマツ樹形の変化

今回の調査では、高木層を占めていたクロマ

ツに着目して南側汀線からの距離と樹形との関係について調査した。その結果を基に、林内における南側汀線から北側へ広がるクロマツの樹形モデルを図 18 に示した。南側汀線に近いクロマツは樹高が低く、北側へいくにつれて樹高が高くなる傾向がみられた。そして、北側汀線に近い内陸部でピークを迎え、それ以降では樹高が少し低くなっていた。胸高直径については、南側汀線に近い地点では大きな値を示した

が、北側へいくほど小さくなり、内陸部において最小となる、それ以降の北側汀線に近づくほど大きくなる傾向がみられた。そして形状比は、海岸付近とくに南側の海岸に近いほど小さく、内陸部ほど大きくなった。このような結果がみられた要因として、風環境が挙げられる。

富津岬は砂嘴の地形であり、南北に海岸が位置しているため、両側からの風当たりが強い。南光(2021)では、海風によって運ばれる塩分が、海岸林の樹高成長を抑制する原因であり、海岸から離れるほど飛来塩分量が減少すると述べている。着葉塩分量が海岸に近い地点では多くなるため、海岸に近い地点では樹高の成長を阻害していると考えられる。また、胸高直径が海岸に近い地点では大きく、形状比が小さくなる傾向がみられたのは、海岸部のクロマツが強風にさらされやすいためだと考えられる。海岸に近い地点ほど、風の影響を強く受けやすく、倒木の可能性が非常に高くなる。海岸に近いクロマツは、胸高直径が大きい倒れにくい樹形となっていた。一方、内陸部では風当たりが弱いので胸高直径が小さくても倒木の可能性が少ない一方で、樹高の伸長を阻害する要因は少な

い。そのため、伸長成長をめぐる競争が激しく、海岸部に比べて樹高が著しく高く胸高直径は小さい、すなわち形状比の大きな樹形になったと考えられる。

藤部(1981)では、関東地方における地上風の分布において、7月の東京湾には海から陸へ向かう南向きの風がみられ、1月は逆のパターンとなることを報告している。そして、千葉県(2022)では秋から冬の時期では北風が少なく西風が最多風向と報告している。そのため、夏では南側海岸に近い地点において南風が強く吹き、冬では北風の卓越があまりみられないため、北側海岸に近いクロマツは南側海岸のクロマツよりも風の影響を受けにくくなっていると考えられる。そのことから、北側海岸においては飛来塩分量が少なくなり、南側海岸のクロマツに比べ、樹高の成長がみられたと考えられる。しかし、胸高直径や形状比については南側海岸と北側海岸に近いそれぞれのクロマツにおいて同様の傾向であったため、北側海岸からの風も樹形に影響する風の強さとしては十分であったのではないかと考えられる。

林縁部のクロマツについては、南側汀線から

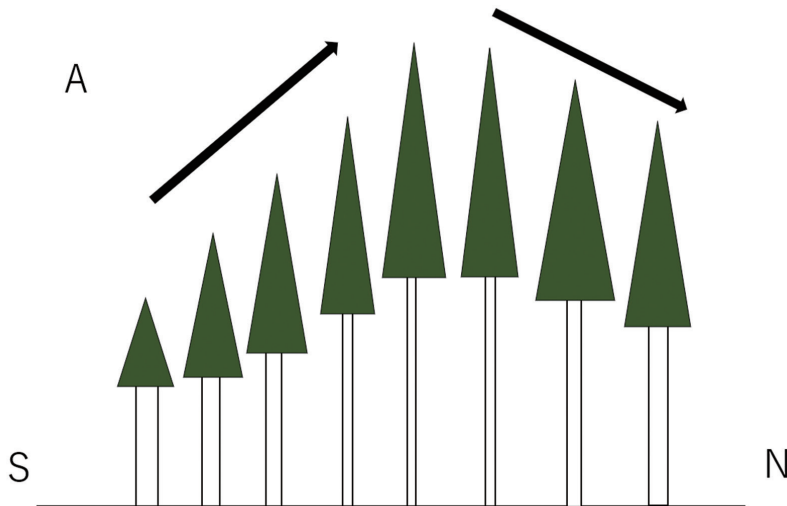


図 18 富津岬海岸林の林内におけるクロマツの樹形モデル  
(Aは形状比、Sは富津岬の南側、Nは北側を示す)

の距離が長くなるほど、樹高は林内よりも顕著に高くなる傾向がみられたが、胸高直径についても南側汀線から北側へいくほど大きくなる傾向がみられた。そして、形状比は南側汀線から北側にかけてほとんど変わらなかった。これについて、樹高については林内での場合と同様に、南側からの風による影響により樹高成長に影響を及ぼしていると考えられる。とくに北側の区域においては北側汀線からの距離が林内と比べて遠く離れていたため、林縁調査区の北側の区域では樹高の低下が起こらなかったと考えられる。また、胸高直径が南側汀線に近いほど小さくなった要因としては、林縁の立地環境が考えられる。林縁部は林内と比べて樹木密度が低く、日光を得やすい環境となっている。そのため、伸長成長をめぐる競争は林内に比べて激しくない。そのため、樹高と胸高直径に比例関係が生じ、結果として形状比の差がほとんどみられなかったのではないかと考えられる。

## 2. クロマツ混交林における樹種構成

本研究においてヤブニッケイやタブノキ、アカメガシワ、エノキなど27種が確認された。とくにタブノキやシロダモ、ヤブニッケイといったクスノキ科の常緑広葉樹が多くみられ、低木層にも出現していた。このことから、それらは植栽だけでなく、鳥・人散布によって運ばれて、海岸林内に広く生育していたと考えられる。また、宮脇ほか(1981)で確認されていたハゼノキやニセアカシア、また宇川ほか(2021)で報告されているイタチハギに関しては、今回の調査では確認されなかった。それに対し、上記のような既存研究では確認されていないスダジイやアキニレ、エンジュといった広葉樹の高木種の出現が確認された。しかし、これらの樹種は高木層に出現しており、明らかに植栽されている樹木であった。富津岬では定期的な下刈りが行われており、自生で高木まで成長する個体は少ないため、現段階で高木まで育っている

のはほとんどが植栽された樹木であり、これらの植栽された樹木が高木層を構成していると考えられる。一方で、ヌルデやネズミモチ、ヤブツバキも同様に過去の研究では確認されていない種であったが、これらは樹高が低く出現数は少なかった。そのため、鳥や人によって散布されたものが自生している可能性がある。

また、低木・小高木層ではトベラやウバメガシといった暖温帯の海岸地域によくみられる樹種も多く出現し、またヤマグワなどの落葉低木も多く出現した。とくに低木種についてはトベラなどの常緑樹の出現が多くみられた。低木種では南側汀線からの距離によって出現頻度が異なるが、南側汀線に近い地点において常緑低木の出現が多くみられた。汀線からの距離によって風の影響の受け方は変わり、海岸に近いほど風当たりが強い。そのため、汀線に近い地点ではトベラやウバメガシといった風当たりには強い常緑低木の出現が多くみられたと考えられる。今回の調査ではクロマツの樹高は8m以上の個体がほとんどであり、最低でも5mであった。そのため、クロマツが少ない下層部は、その他の樹種が入り込みやすい環境となっていたのであろう。

## VI. まとめ

本研究では、富津岬海岸林の樹種構成および南側汀線からの距離と生育状況との関係について考察してきた。林内では南側汀線から北側に行くほどクロマツの樹高が高くなり、北側汀線近くになると少し低くなった。また、胸高直径は南側汀線および北側汀線に近いほど大きく、内陸部ほど小さくなっていた。そして形状比は、胸高直径と逆のパターンとなった。このようなパターンには風による影響が強く反映していると考えられ、南北の海岸部における風当たりの強さが要因として考えられる。とくに南側海岸からの南風の影響がより強く反映されてい

ると考えられる。林縁では、樹高は林内と同様の傾向がみられたが、胸高直径と形状比では違った傾向となった。これは、林縁部では伸長成長をめぐる競争が少ないことが要因として考えられる。

また樹種構成については、タブノキやシロダモといったクスノキ科の常緑広葉樹が多くみられたほか、既存研究では示されていないスダジイやヌルデなどといった樹種の出現がみられ、南側汀線に近い地点ではトベラなどの風に強い常緑広葉低木が多く出現していた。

今回の調査ではクロマツを主な対象として海岸からの距離と樹形との関係について着目したが、今後は今回とは樹種構成の異なる広葉樹が主体の海岸林においても調査を行う必要があり、今回みられた傾向が一般的な海岸林において同様であるかを調べる必要がある。また本研究は南側汀線からの距離と風向・風速に着目して行ったが、林内の立木密度や空き地の有無といった林内の状況によって風当たりの変化が起こり得るため、そういった複雑な風環境についてもさらなる調査を行う必要があると考えられる。

#### 参考文献

- 宇川裕一・小森谷あかね・太田敬之・小野賢二・萩野裕章・新田響平・野口宏典 2021. 海岸林の生育基盤盛土に植栽されたクロマツと広葉樹の根系発達—千葉県山武市小松と富津市富津における調査結果の検討—。森林総合研究所研究報告 20(3) : 185-194.
- 奥山友希乃 2001. 静岡県清水市三保半島海岸最前列におけるクロマツの樹形と生育状況について。国土館大学文学部地理・環境専攻 2001 年度卒業論文。
- 金内英司・中島勇喜・横倉 肇・布施和則 2005. 海岸クロマツ林の形状比と樹冠投影面積、材積の関係。海岸林学会誌 4(2) : 13-18.
- 金子智紀・石田秀雄・金澤正夫 2000. 秋田県沿岸南部におけるクロマツの冠雪害について。東北森林科学会誌 5(2) : 97-100.
- 櫻岡悠介・権田 豊・川邊 洋 2013. 海岸クロマツ林周辺における風の流れの研究。新潟大学災害・復興科学研究所年報 : 107-108.
- 田村和也・服部 保・高比良響 1999. 海岸性カシワ林・ニレ科林の地理的分布。人と自然 10 : 49-60.
- 千葉県 2013. 平成 25 年度 大気環境調査報告書。千葉県環境生活部大気保全課。68-73.
- 千葉県 2022. 令和 4 (2022) 年度 大気環境調査報告書。千葉県環境生活部大気保全課。82-87.
- 中島有美子・吉崎真司 2016. 愛知県渥美半島堀切海岸における広葉樹海岸林の種組成及び分布パターン。日本緑化工学会誌 42(1) : 92-97.
- 中嶋輝允・渡辺真人 2005. 富津地域の地質。地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅)。産総研地質調査総合センター。1-2.
- 南光一樹 2021. 風由来の環境ストレスの実態解明に基づく海岸林の地形・林冠の動態モデルの開発。科学研究費助成事業 研究成果報告書。
- 日本緑化センター 2007. 身近な松原散策ガイド 日本の美しい白砂青松をめぐる : 40.
- 野志保仁・宇多高明・伊達文美・目野玄也・小林昭男 2019. 沿岸漂砂の供給が絶たれた富津岬先端部の浸食の実態。土木学会論文集 B3 (海洋開発) 75(2) : I\_605-I\_610.
- 藤部文昭 1981. 海陸風の季節的特性。天気 28(6) : 367-375.
- 三浦吉寛 2007. 千葉県富津岬における南北の海岸草原の違い。国土館大学文学部地理・環境専攻 2007 年度卒業論文。
- 宮脇 昭・藤原一絵・箕輪隆一・村上秀雄 1981. 富津周辺の植生。横浜植生学会。
- 参考にしたウェブサイト  
<https://maps.gsi.go.jp/development/ichiran.html>  
2024 年 11 月 4 日。地理院タイル一覧。国土地理院。国土交通省。

# 2024年度 国土館大学大学院 地理・地域論コース 修士論文要旨

## サンゴ礁における縁脚-縁溝系地形の形態に与える要因について

### —鹿児島県沖永良部島と沖縄県野甫島を例に—

泉 隆盛

本研究は、鹿児島県沖永良部島と沖縄県野甫島において、サンゴ礁の礁斜面に形成される縁脚-縁溝系地形の平面形態と垂直形態に着目して、その形成要因と形成過程を明らかにするものである。縁脚-縁溝系地形はサンゴ礁地形特有の消波構造を形成する部分であり、その形成過程を明らかにすることで、サンゴ礁の地形発達史的研究の進展が期待される。

縁脚-縁溝系地形の形態を分析するために、GISソフト上でリモートセンシング画像を用いて縁溝の判読と計測を行い、計測データを基に解析を行った。また、沖永良部島の湾門と屋子母、野甫島北部海岸において、UAVを用いた空撮と水中調査を行った。

沖永良部島と野甫島には大きく二つのタイプの縁溝が形成されていることが明らかとなった。礁縁から沖側に向かって幅が広がる縁溝が7割、礁縁から沖側に向かって幅が狭くなる縁溝が3割の割合で分布していることが明らかになった。また、沖永良部島では、北側海岸と南側海岸において縁脚-縁溝系地形の水平方向への発達がよく、野甫島では北側海岸において縁脚-縁溝系地形の発達がよいことがわかった。湾門と屋子母の縁脚-縁溝系地形を比較すると、礁斜面の緩やかな湾門の方が、礁斜面の急な屋子母よりも、縁脚-縁溝系地形の水平方向への発達がよいことが明らかとなった。

加えて、沖永良部島と野甫島における縁脚-縁溝系地形は、卓越風の吹く方向において水平方向への発達がよいことが明らかとなった。特に、湾門と野甫島北部海岸において縁脚-縁溝系地形の水平方向への発達がよく、その配列方向は年間卓越風向と一致する。屋子母の縁脚-縁溝系地形の配列方向は、風速20m以上(台風)の卓越風向と一致している。しかし、屋子母の縁脚-縁溝系地形は、湾門や野甫島北部海岸の縁脚-縁溝系地形と比べて発達がよくない。屋子母では、台風などの暴浪よりも年間卓越風による波浪が縁脚-縁溝系地形の水平方向への発達に寄与しているとみなされる。

## 2024年度 国士舘大学 地理・環境コース 卒業論文題目

| 氏名     | 題目  |
|--------|---|
| 田中 祐太郎 | インターナショナルスクールの立地と外国人集住化との関係<br>—横浜市緑区霧が丘地区のインド人集住地を事例に— |
| 石井 暖人  | 東京都立川駅周辺から多摩川河川敷にかけての地域におけるカラス2種の分布<br>—ごみ被害にも着目して—     |
| 鶴巻 直旺  | 茨城県土浦市内のバス路線空白地帯における地域住民の交通行動と意識                        |
| 中村 凌   | 瀬戸内海沿岸地域における凧現象   |
| 坂井 智奈  | 秋葉原駅周辺のコンビニエンスストアの商品構成<br>—トレーディングカードショップに着目して—         |
| 駒形 玲生  | 観光みやげのイメージとその位置付け<br>—雷おこしと岩おこし・粟おこしを事例に—               |
| 土橋 亮太  | 駅乗降客数の増加と土地利用の転換—JR京葉線を事例として—                           |
| 芳野 尚   | 大田区におけるコインランドリーの立地とその需要                                 |
| 式見 彩夏  | 東京都立水元公園に生息するカルガモの分布・生態と環境条件                            |
| 藍澤 歓   | 川越市蔵の街一番街における交通問題の変遷と住民意識の変化                            |
| 平木 来琉  | 「Xのツイート」から見る観光地の行事—東京都台東区浅草地区を事例に—                      |
| 木原 証光  | 日本海沿岸における海岸線の屈曲度に関する地理学的研究                              |
| 小林 大将  | 栃木県塩原渓谷における山風吹送時の気温変化                                   |
| 宮原 竣亮  | 神奈川県湘南地域西部における海陸風に伴う塩の移動                                |
| 降幡 拓斗  | 長崎県長崎市における観光地イメージの変化の要因<br>—観光前後のイメージに着目して—             |
| 阿部 礼佳  | 距離が進路選択に与える影響—千葉県の高校生を対象として—                            |
| 淵脇 啓太  | 神奈川県横浜市中区野毛町における実態と構造                                   |
| 福室 雄太  | プロサッカーチームの本拠地におけるサッカーを利用したまちづくり<br>—FC町田ゼルビアと町田市の事例—    |
| 辻本 柚衣  | 2007年から2023年の日本で発生したダウンバーストにおける地上気象場の解析                 |
| 志村 陸   | 「サッカーのまち」の変容—埼玉県さいたま市浦和区を事例として—                         |
| 横山 大輝  | 1990年～2020年の北海道地方における蝦夷梅雨の実態                            |
| 平塚 惇也  | 大宮駅周辺に集積する美容室とその要因                                      |
| 谷島 佑   | 球磨川における令和2年7月豪雨の浸水と微地形の関係                               |
| 小口 太陽  | 土砂災害警戒区域内の変遷に伴う土砂災害のリスクの変化<br>—下田市・河津町・南伊豆町の一部を例に—      |
| 澤見 颯太  | 鉄道による石油輸送の現状  |
| 吉田 翔輝  | 新たにアニメの聖地となった街の観光客の行動<br>—下北沢「ぼっち・ぎ・ろっく！」を事例に—          |

|        |  |
|--------|--|
| 小山 紗奈  | 松本盆地南部付近における常緑広葉樹の分布・生態とその要因<br>—とくにシラカシに着目して—       |
| 松本 智志  | 日本における保存蒸気機関車の現状                                     |
| 柳 颯斗   | 横浜市における緊急指定避難所の災害リスクについて                             |
| 三浦 健一朗 | 地域イメージにおけるモチーフの地域性—ハイウェイスタンプを事例に—                    |
| 大渡 拓磨  | 横浜市における旧新田地域の地盤特性—液状化履歴に着目して—                        |
| 降田 朝斗  | 豪雨による斜面崩壊地の杉植林地との関係について<br>—福岡県朝倉市把木地区を対象として—        |
| 谷口 優   | 市民農園利用希望者の農園選択における地理的要件<br>—練馬区立区民農園を事例として—          |
| 根本 海翔  | 地域特産農産物の実態とブランド化—埼玉県越谷市「越谷ねぎ」を事例に—                   |
| 林 宏樹   | 新路線の開業が周辺地域に与える影響—相鉄・JR直通線を事例に—                      |
| 石井 陸登  | 神奈川県箱根町とその周辺地域における近年の斜面崩壊発生の要因                       |
| 上間 玲雄  | 千葉県市原市における中南米出身者の居住実態<br>—コミュニティの結節点に着目して—           |
| 栗田 悠希  | 二次離島航路における利用特性と航路の特色<br>—兵庫県南あわじ市沼島の航路を事例として—        |
| 田邊 知也  | 神奈川県厚木市における市営住宅の現況—二つの市営住宅を事例に—                      |
| 坂本 大貴  | 埼玉県飯能市における中心商店街の変容                                   |
| 幡野 司   | 観光地における二次交通移動手段の選択要因とルートの特性について<br>—京都府宮津市天橋立を事例に—   |
| 芳賀 蓮   | 千葉県富津岬における海岸林の樹種構成と生育状況<br>—とくに海岸からの距離と樹形および風速に着目して— |
| 上野 裕一郎 | 音楽イベントが参加者の観光行動と認知に与える影響<br>—茨城県結城市における「結のおと」を事例に—   |
| 奈良 泰河  | 千葉県の伝統食の地域的特色  |
| 佐藤 慶弥  | 大阪コリアタウンにおける商店街の変容とその要因                              |
| 中島 恵介  | 秋葉原地区における来訪者の回遊行動特性                                  |
| 富田 剛史  | SD法を用いた城郭のイメージの分析—重要文化財の6つの城郭を事例に—                   |
| 坂本 彬紘  | 宇都宮LRT敷設による影響と変化                                     |
| 高橋 輝光  | 群馬県にある温泉地のインターネット動態と立地関係について                         |

次の4件の卒業論文題目は2023年度の卒業論文として誤って前号（33号）に掲載されましたが、正しくは2024年度に提出された卒業論文です。訂正してここに再掲します。

| 氏 名   | 題 目                       |
|-------|---------------------------|
| 坂田 洋輔 | 河床縦断図からみた日本の地形区の特徴        |
| 関野 寛太 | 荒川河川敷の変遷—1976年～2022年を比べて— |

平野 紘基 千葉県における百円ショップチェーンの立地展開  
鈴木 紀生 ご当地駅メロディに使用される楽曲の地域性について

## 2023年度 国士舘大学 地理・環境コース 卒業論文題目

次の3件は2023年度提出の卒業論文題目です。前号（33号）の卒業論文題目一覧に未掲載でしたので、ここに掲載します。

| 氏 名    | 題 目                               |
|--------|-----------------------------------|
| 中関 悠   | 福島県沿岸部における地上設置型太陽光発電所の浸水被害脆弱性について |
| 古澤 実奈子 | 劔崎の海食洞における関東地震の隆起量の想定             |
| 岩澤 健三郎 | 地域紹介型番組と地域活性化―「出没！アド街ック天国」を事例として― |

## 国士舘大学地理学報告 No.34

---

2026年3月10日 印刷

2026年3月20日 発行

編集 小山 拓志

発行 国士舘大学地理学会

会長 内田 順文

〒154-8515 東京都世田谷区世田谷4-28-1

国士舘大学地理学教室内

TEL 03(5481)3232 (統合学部事務課文学部担当)

印刷 株式会社 文成印刷

〒168-0062 東京都杉並区方南1-4-1

TEL 03(3322)4141

---

<表紙写真の説明>

都市公園に棲むカルガモ (都立水元公園)

2025年12月 式見彩夏撮影.



