

国土館大学 地理学報告

No. 27 年刊 2019年3月

岡田真次・近藤博史・磯谷達宏

山梨県松姫峠付近における太平洋型ブナ林の立地と更新

藤岡英之 葬儀の場所の変化とその社会的背景

安藤将吾 沖縄本島北東海岸で見られる海草海藻群落の分布状況

遠藤 慧 南アルプスにおける標高傾度にともなうダケカンバ林と樹形の変化

2016年度 国土館大学大学院 地理・地域論コース 修士論文要旨

2017年度 国土館大学 地理・環境専攻 卒業論文題目



Geographical Report of Kokushikan University, No.27.

Department of Geography & Environmental Studies,
Kokushikan University

山梨県松姫峠付近における太平洋型ブナ林の立地と更新

岡田真次¹⁾・近藤博史²⁾・磯谷達宏³⁾

1) 本学地理・環境専攻 2018年3月卒業 2) 横浜国立大学 大学院 環境情報研究院 3) 本学地理・環境専攻 教授

I. はじめに

ブナ林は、ナラ林とともに日本の夏緑広葉樹林帯(冷温帯)を代表する森林であり、北海道黒松内低地帯から鹿児島県高隈山まで全国に広く分布している。これらブナ林は、日本列島における気候条件の背腹性に対応しており、種組成や構造の違いによって日本海型と太平洋型に分類できることが明らかにされてきた(藤田1986, 1987など)。日本海型のブナ林は種組成が単純でブナ純林状の相観を示すのに対し、太平洋型ブナ林はミズナラやイヌブナ、シデ類、カエデ類などの様々な夏緑広葉樹が混生することで知られている(藤田1987; 島野・沖津1993, 1994; Homma *et al.* 1999; Homma 2001; Shimano 2006; 島野 2007)。こうした日本各地のブナ林について、福嶋ほか(1995)は、既報資料を用いて日本のブナ林群集の再検討と植物社会学体系化を行い、日本海型ブナ林(ブナーチシマザサ群団)と太平洋型ブナ林(ブナースズタケ群団)に整理している。背腹性の背景には、日本海側と太平洋側での積雪環境の違いが大きいとされ、太平洋側から日本海側へ積雪深が増加するにしたがって、ブナの優占度が高まることが明らかにされている(Uemura 1989; Shimano and Masuzawa 1998; Homma 2001; Shimano 2006 *etc.*)。

このようにブナ林の組成や構造には積雪の影響が重要であることが、多くの研究から明らかになっている。いっぽうで樹木の分布や森林動態には、広域的な積雪などの気候的条件だけではなく、局所的な地形条件の影響も大きいことが知られている。地形は微気候、土壌、地表攪

乱などの局所的に環境の異質性を生み、森林における樹種の分布や優占度に大きく影響する(菊池 2001)。樹種の分布や構造と地形との関係について調べられた研究は多く、日本でも様々な気候帯やタイプの森林において研究がされている(Sakai and Ohsawa 1993, 1994; Hara *et al.* 1996; Nagamatsu and Miura 1997; Enoki 2003; 澤田ほか 2005; Ito *et al.*; 2007; Ito *et al.* 2012; 小川・沖津 2012; Kitagawa *et al.* 2014; Kondo and Sakai 2015 *etc.*)。ブナ林などの夏緑広葉樹林における研究例も多く、特に太平洋側の夏緑広葉樹林において、ブナは尾根筋に多く分布することが明らかになっている(小泉ほか1988; 永戸・島井 1998, 2010; 森廣ほか 1999; 原 2006; 小川ほか 2008; Kitagawa *et al.* 2014)。ブナが尾根に分布する理由の一つとして、ブナは遷移後期的な特性を持ち、一般的には土壌の厚く、地表が安定した立地環境において優占する種であるからだとされている(中静 2010)。

いっぽうで、ブナ林の更新動態に関する研究も多くされており、太平洋型ブナ林では日本海型ブナ林に比べ更新が不順であることが指摘されている(Homma 2001; 本間 2003; Shimano 2006)。例えば、奥多摩地域におけるブナ林については、後継樹の少なさから、今後ブナは衰退しブナ以外の高木性樹種が優占していく可能性が指摘されている(島野・沖津 1994)。関東北部・高原山のブナ・イヌブナ林では、後継樹となる個体が15年間で約半数に減少している(松本ほか 2012)。このように、太平洋型ブナ林では多くの地域で衰退していることが報告されている。しかし、地域によっては更新が順調な例も存在する。秩父山地において夏緑広葉樹

種の空間分布を調べた研究では、ブナは個体群を維持していることを明らかにしており、その更新動態には、地形に依存する地表攪乱の頻度、表層土壌の堆積状況、水分条件の影響であると示唆している(澤田ほか 2005)。山梨県松姫峠周辺でブナ個体群を調査した結果では、ブナの直径階分布は逆J字型をしており、ブナの更新が順調であると示されている(富田 2004)。太平洋型ブナ林における更新と環境要因について東北から九州までの現地調査と既報から解析した研究によると、太平洋型ブナ林の更新動態には、地域的な冬季の気温と局所的なシカ密度が影響を与えていると指摘している(小出・持田 2012)。このように地域レベルにおいて、局所的な環境要因によって異なる太平洋型ブナ林の更新動態を研究し、知見を積み重ねていくことは、植生地理学的に重要である。

そこで本研究では、既報にもある山梨県松姫峠付近の太平洋型ブナ林を含む夏緑広葉樹林において、ブナ群落およびブナ個体の分布と地表環境との関係性を調べ、この地域のブナ林の更新の可能性を推察することを目的とした。具体的には、富田(2004)と同様の調査地において、ブナ群落の林分構造とブナの詳細な個体分布

が、地形や土壌条件によって分類された地形区分の間でどのように異なるのかを調査することで、どのような地形においてブナ林が更新していく可能性があるのかを調べた。

本稿は、著者の一人の岡田が2017年度に国士舘大学文学部史学地理学科地理・環境専攻の卒業論文として作成した内容を元に、他の2名が加筆することにより作成されたものである。本研究の調査地の一部で2004年に最初の研究を行った富田崇氏および今回の現地調査でご協力いただいた遠藤慧氏(国士舘大学文学部史学地理学科地理・環境専攻磯谷ゼミ)に感謝いたします。

II. 調査地域の概要

調査対象としたのは、山梨県の大月市と小菅村の境にある松姫峠から西側の大マテイ山に至る東西に走る稜線沿いの地区である(図1)。調査対象とした地区の中心付近の緯度経度は $35^{\circ}44'02''N$, $138^{\circ}56'27''E$ 、標高は1,200m~1,360m程度である。

この地域の地質は、おもに中生代から古第三紀の堆積岩から構成される付加体の四万十帯白

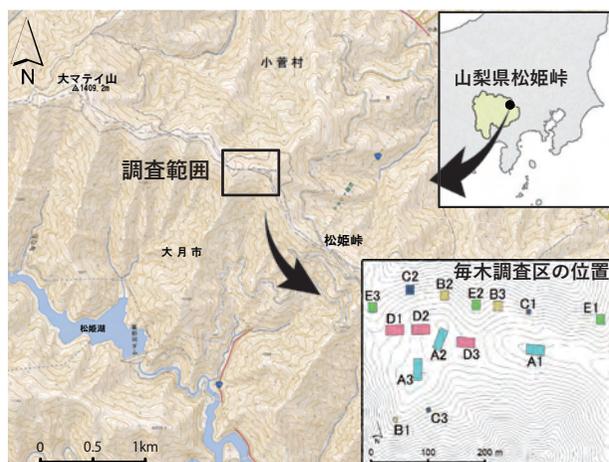


図1 調査地概要図

(地形図は国土地理院2万5千分の1地形図「七保」から抜粋加工, 毎木調査区の位置図の等高線間隔は5m.)

亜系小仏層群に属する小伏コンプレックス(原2008)に相当する。この小伏コンプレックスは、砂岩頁岩互層と千枚岩を主体として玄武岩・凝灰岩を伴い、形成年代は白亜紀後期のチューロニアン期(8980-9390万年前)ーサントニア期(8360-8630万年前)と推定されている。なお、調査区付近の北側では同じく小仏層群に属する小菅層(砂岩・頁岩・砂岩頁岩互層で礫岩を伴う)、南側では古第三系相模層群に属する深城コンプレックス(砂岩・頁岩・砂岩頁岩互層で玄武岩の岩体を伴う)の分布が示されている(原2008)。

この地域の地形の特徴として、尾根沿いにおいて幅20m~150m程の広さで緩斜面が一帯に分布していることがあげられる。こうした山稜状の平坦な地形(山頂平坦面)については、隆起以前の地形面(小起伏面)であると解釈されている(清水2000)。また、この平坦な尾根地形に隣接する斜面や谷沿いでは傾斜30°以上の急斜面が分布している。表層土壌については、土地分類基本調査(山梨県1991)によると、尾根沿いでは乾性褐色森林土(BA型、BB型、BC型に相当する土壌)、斜面部や谷沿いでは褐色森林土(BD(d)型、BD型に相当する土壌)となっている。

この地域の気候について、国土交通省国土政策局「国土数値情報(平年値メッシュデータ)」から松姫峠周辺における各種気候情報を抽出した。平年値メッシュデータとは、過去30年間の観測値を1kmメッシュでまとめた気象庁の「メッシュ平年値2010」を元にGIS等で利用しやすく整理されたデータである。また、本地域の植生分布を把握する為、気温データを用いて、暖かさの指数(WI)と寒さの指数(CI)を算出した(吉良1948)。これらによると、年平均気温は8.1℃、最寒月の平均気温-3.1℃、WIは温帯夏緑広葉樹林帯中部に相当する63.0℃monthで、CIは-25.4℃monthであった。また、年降水量は1,486.2mm、冬季の降水量(12、1、

2月の合計)は120.5mm、最深積雪は25cmで、冬に雨が少ない典型的な太平洋型の気候となっている。また、2017年3月5日に現地を訪れた際には、北斜面の一部に残雪がみられた。

調査地域周辺では、ブナやイヌブナ、ミズナラ、クリなどの大径木が多くみられ、自然植生もしくはそれに近い植生が広く生育していた(写真1、2)。宮脇(1985)によると、調査地付近の潜在自然植生は、ヤマボウシーブナ群集・イヌブナ-ブナ群集として示されている。尾根沿いの南斜面などの一部では、カラマツ植林もみられ、本研究の調査地区の一部にも、林冠層



写真1 調査地内の尾根型緩斜面上のブナ林
(2017年9月13日撮影。)



写真2 南向斜面上部から尾根にかけて生育するブナ林
(調査地東側の隣接地、2017年8月25日撮影。)

がかつて植栽されたカラマツによって覆われている部分がみられた。このカラマツ植林地は、近年では概ね管理が放棄されているようで、林内にはブナを含む広葉樹の個体も生育していた。また、シカ食害の影響か、調査範囲の全域にわたって林床植生は疎であった。ササ類は、富田(2004)が調査を行った2004年の時点においても、ほとんど生育していなかった。

Ⅲ. 調査方法

1. 調査範囲の設定

ブナが多くみられる松姫峠周辺の尾根沿いを中心に、地形的偏りを避けるために、多様な地形が含まれるように約16haの長方形の範囲を調査地区として設定した(図1)。相観的には大半が夏緑広葉樹林であったが、上述のように林冠層の一部は管理放棄型のカラマツ植林によって占められていた。

2. 地形分類と地形解析

ブナ林およびブナ個体群の分布(図2a)を、小地形スケールよりもやや詳細な亜小地形スケール(Tamura 1981; 吉永・武内 1986)程度の広がりにおいて明らかにするために、調査範囲内において地形分類を行った(図2b)。地形分類の手法は次のとおりである。まず国土地理院基盤地図情報数値標高モデル5mメッシュ(FG-GML-5338-47-DEM5A)のデータを用いて、標高と傾斜度のラスタ(解像度5m)を作成した。次に、標高ラスタから標高5m間隔の等高線を描き、詳細な地形図を作成した。その地形図上で遷急線と遷緩線を抽出し、尾根型(凸型)斜面、直線型斜面、谷型(凹型)斜面とに分けた。さらに、尾根型(凸型)斜面と谷型(凹型)斜面において、傾斜 20° 未満を緩斜面、 20° 以上を急斜面として分類した。識別された地形型の呼称は、丸山(1998)の凡例に従った。地形分類図の作図については、標高、傾斜度ラ

スタ、および等高線から判読した地形分類図に、現地での観察により確認・修正することで精度を高めた。現地調査は2017年の8月末に行った。

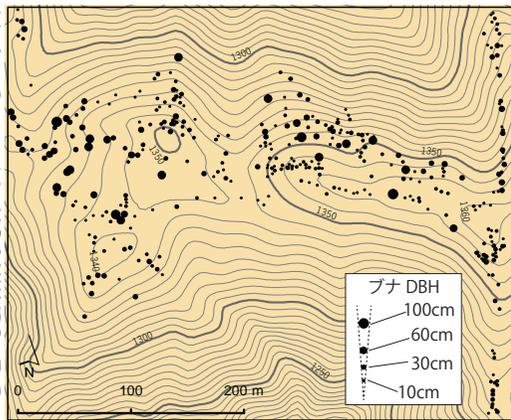
3. 毎木調査

地形分類を行った後に、各地形型の夏緑広葉樹林内において、それぞれ3地点ずつの調査区を設置し、毎木調査を行った(図1、尾根型緩斜面:A1-3, 尾根型急斜面:B1-3, 直線型斜面:C1-3, 谷型緩斜面:D1-3, 谷型急斜面:E1-3)。調査区の面積は、十分な広さがとれる場合では $40\text{m} \times 20\text{m}$ とし、十分な広さがとれない場合や斜面が急で調査困難な場所では、 $20\text{m} \times 20\text{m}$ や $10\text{m} \times 10\text{m}$ を調査区として設置した。毎木調査は、各調査区に出現した樹高1.3m以上かつ胸高直径(地面からの高さ1.3mでの幹の直径:以下DBH)1cm以上の個体を対象に、種名とDBHを記録した。調査期間は2017年の9月11日~14日とした。なお、過去にこの地域でブナ林について調査した富田(2004)の調査区は、本調査による毎木調査区のD1とD2に概ね相当する。

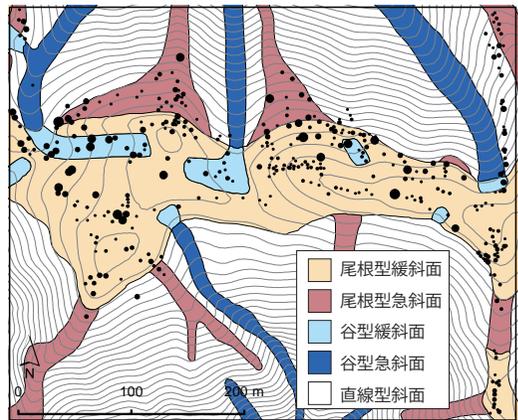
毎木調査の測定結果から、各調査区における樹種ごとの胸高断面積合計値(Basal Area: m^2/ha ; 以下BA)と各調査区における樹種ごとの相対優占度(Relative Basal Area: 以下RBA)を算出した。そのRBAを用いて、各調査区における優占種と優占種数を優占種判別法(Ohsawa 1984)により定量的に算出した。優占種判別法とは、各調査区の実際のRBAを優占種数モデルにおける理論上のRBAと比較し、その偏差が最も小さくなるようなモデルの種数をその調査区における優占種数(N)とし、RBAの高い順に第1優占種~第N優占種とする手法である。

さらに、各調査区について、Non-metric Multidimensional Scaling(NMDS: Minchin 1987)を用いて序列化し、群平均法による階層的クラスタ分析によりグループ分けを行っ

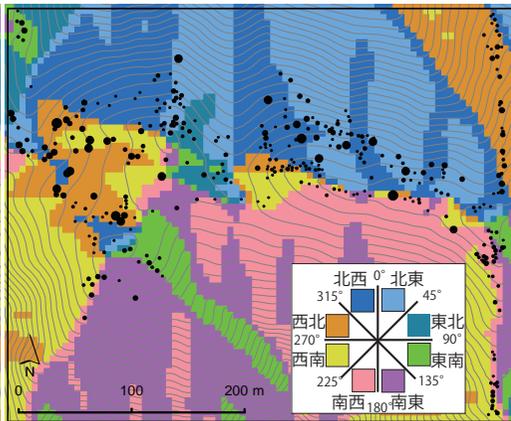
(a) 地形図



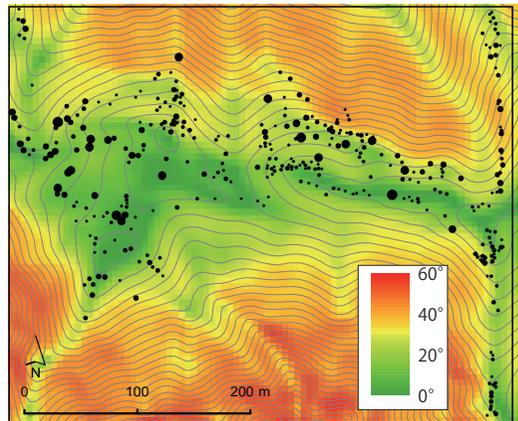
(b) 地形分類図



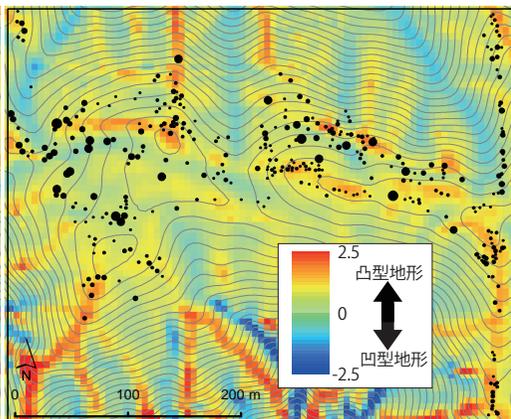
(c) 斜面方位



(d) 傾斜度



(e) 凹凸度 (15m×15m スケール)



(f) 凹凸度 (95m×95m スケール)

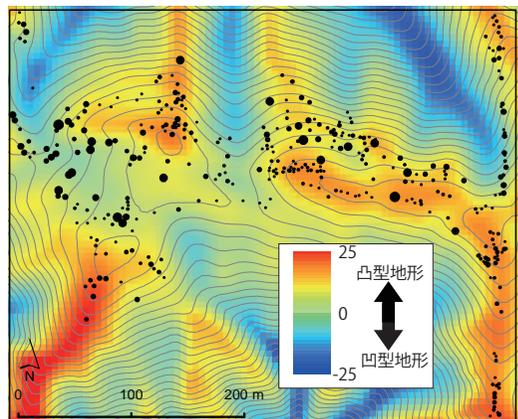


図2 調査範囲における地形情報とブナ個体の分布

(a-f: 個体群調査によるブナの個体位置とDBHを●の位置と大きさで示す。等高線は5m間隔。a: 太字は50m間隔の等高線。c-f: ラスタ解像度は5m.)

た。そして、各グループに特徴的な樹種を指標種分析 (IndVal: Dufrene and Legendre 1977) によって抽出した。指標種の結果は、IndVal値が大きい (最大1) ほど、そのグループを特徴づけており、 p 値が小さいほど、その結果の信頼性が高いことを示す。本研究では $p < 0.05$ をそのグループの指標種とした。これらの解析には、R ver. 3.3.1 (R Development Core Team)、およびveganパッケージ、labdsvパッケージを使用した。

4. ブナ個体群調査

ブナの分布と地形との関係を明らかにするために、調査範囲内 (図1) に生育する樹高1.3m以上かつ胸高直径1cm以上のブナを対象にDBHと位置を記録した (図2a-f)。位置情報の記録には、ヤマナビ2.5 (ムーブオン製NVG-M2.5) を使用した。

ブナの生育立地と地形との関係を詳細に調べるために、標高ラスタを用いて斜面方位 (図2c)、傾斜度 (図2d)、凹凸度のラスタ (図2e, f) をそれぞれ作成した。斜面方位は斜面の向いている方位について、北を 0° とし時計回りに 360° で方位を示した。凹凸度の算出には、デジタル画像処理で用いられるラブラシアン処理を応用した方法により、標高ラスタにおける各セルについて、中心セルとその周囲を取り巻くセルとの標高の変化量を計算した。これによって、地形の凹凸状況や急激な傾斜変化点などを定量的に表すことができる (0が平坦面および平滑斜面のような凹凸のない地形を示し、正の値になるほど凸型地形、負の値になるほど凹型地形を示す)。計算式は、次に示すとおりで、各変数は、目標スケールにおけるセル数 (n)、中心セルの標高値 (Center)、中心セル以外の標高値 (Surround) である。本研究においての目標スケールは、3セル×セル (15m×15m)、5セル×5セル (25m×25m)、9セル×9セル (45m×45m)、19セル×19セル (95m×95m) の4

つを設定した。

凹凸度の計算式

$$\left(n \cdot \text{Center} - \sum_{i=1}^n \text{Surround} \right) / n$$

それぞれのブナの個体位置における傾斜度、斜面方位、および凹凸度のラスタ値を抽出し、どのような地形上でブナが多く分布し、またサイズが大きくなるのかについて調べた。しかし、調査範囲内の南斜面は広い範囲でカラマツ植林になっているため、斜面方位では厳密な議論はできない可能性があることには注意したい。これらラスタの生成や演算には ArcGIS 10.3 (Esri Inc.) を使用した。

5. 土壌調査

ブナ林における表層土壌の安定性を調べるために、区分された各地形型において3地点ずつ落葉層と土層の深さ (土壌の厚さ) を測定した。落葉層の測定にはメジャーを使い、土層の測定には長さ100cmの検土杖を使用した。落葉層は、山根ほか (1978) に示されている一般的な落葉層のL、F、H層とした。土層については、山根ほか (1978) に示されているA層の範囲の測定を試みたが、検土杖で調査できた範囲はすべて類似した黒土でA層とB層との境界が不明瞭であった。したがって、検土杖で測定可能な範囲においてA層・B層の全体の深さ (C層よりも上部と推定される部分までの地表からの深さ) を「土層の深さ (土壌の厚さ)」として測定した。

それら測定した落葉層と土層の深さの平均値を求め、各地形型および各調査区で比較した。また、各地形型の値と全地形型の平均値の偏差を用いることで、地形型の安定性、すなわち、どの地形型で表層土壌が深く (厚く) なりやすいのかを調べた。

IV. 結果

1. 地形分類

地形分類の結果を図2bに示した。尾根型緩斜面は、横断面形が凸型を示す斜面で、傾斜は0°から20°未満となっており、尾根型緩斜面での毎木調査区の平均傾斜は10.3°と平坦な地形であった。この地形型は、調査範囲の尾根筋を中心に、幅20~150mと広く分布していた。その下位に連なる尾根型急斜面、直線型斜面、谷型緩斜面、谷型急斜面とは遷急線で区分された。

尾根型急斜面は、横断面形が凸型を示す斜面で、傾斜は20°以上からとなっており、40°を超える斜面も多くみられた。尾根型急斜面での毎木調査区の平均傾斜は、30.3°であり、急であった。その上位に連なる尾根型緩斜面や谷型緩斜面と、その下位に連なる直線型斜面とは遷急線で区分された。

直線型斜面は、横断面形が直線型を示す斜面で、30°以上が多く、最大50°を超える斜面もあった。直線型斜面での毎木調査区の平均傾斜は36°であり、急であった。この地形型は本調査範囲内で最も普遍的に分布しており、その上位に連なる尾根型緩斜面、尾根型急斜面とは遷急線で区分され、その下位に連なる谷型急斜面とは遷緩線で区分された。

谷型緩斜面は、横断面形が凹型を示す斜面で、傾斜は5°前後から20°未満となっており、谷型緩斜面での毎木調査区の平均傾斜は、12.7°であり、緩かった。その上位に連なる尾根型緩斜面と、下位に連なる谷型急斜面とは遷急線で区分された。

谷型急斜面は、横断面形が凹型を示す斜面で、傾斜は20°以上となっており、30°を超える場所も多かった。谷型急斜面での毎木調査区の平均傾斜は、29.3°であり、急な地形で谷筋に分布していた。その上位に連なる直線型斜面とは遷緩線で区分され、谷型緩斜面とは遷急線で区分された。

2. 毎木調査

1) 全調査区における出現種と樹種構成に調査区の区分

毎木調査によって、全15調査区(7,500m²)の林分構造を調べた結果、49種833個体の樹種が出現した。全調査区に出現した種のRBAを表1に示す。表2には、地形型に応じた調査区ごとの優占種を示す。ブナは、尾根型緩斜面と谷型緩斜面の全調査区において、第1または第2の優占種となっていた。

全調査区のRBAを用いてグループ分けを行った結果、15の調査区は組成的に大きく2つのグループにわけられた(図3、表1)。1つ目のグループは、ハウチワカエデ、ブナ、アオハダの3種の出現によって指標されたグループで、尾根型緩斜面、尾根型急斜面、直線型斜面、谷型緩斜面の4つの地形型に対応していた。2つ目のグループは、イトマキイタヤ、クマシデ、ミズキの3種の出現によって指標されたグループで、このタイプは谷型急斜面のみに出現した。

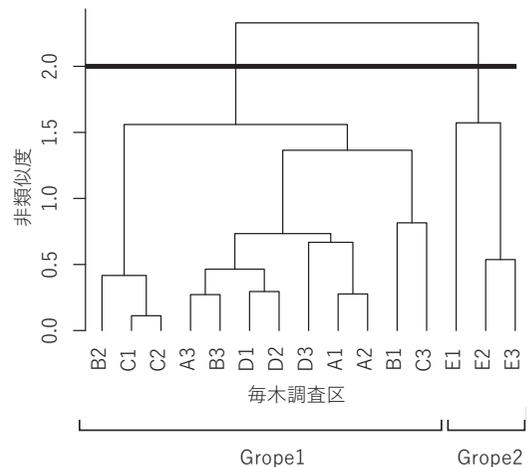


図3 各毎木調査区におけるクラスター分析による林分構造の分類

(太線はクラスターの切断レベルを示す。今回は非類似度2.0で切断し、2つのグループに分けた。)

表2 各地形型および各毎木調査区における優占樹種とそのRBA
(優占種判定法 (Ohsawa 1984) により各調査区における優占樹種を算出.)

地形型	調査地	優占樹種数	第1優占樹種	第2優占樹種	第3優占樹種	第4優占樹種	第5優占樹種	第6優占樹種	第7優占樹種	第8優占樹種
尾根型緩斜面	A1	3	クリ 0.37	ブナ 0.22	ミズナラ 0.08	-	-	-	-	-
	A2	6	ブナ 0.25	ミズナラ 0.20	クリ 0.16	イヌブナ 0.07	サウシバ 0.07	ミヤマザクラ 0.06	-	-
	A3	4	ブナ 0.30	イヌブナ 0.29	ミズナラ 0.13	ホソエカエデ 0.13	-	-	-	-
尾根型急斜面	B1	3	ミズナラ 0.42	オオヤマザクラ 0.19	イヌシデ 0.12	-	-	-	-	-
	B2	1	イヌブナ 0.69	-	-	-	-	-	-	-
	B3	2	ブナ 0.37	イヌブナ 0.35	-	-	-	-	-	-
直線型斜面	C1	1	イヌブナ 0.95	-	-	-	-	-	-	-
	C2	1	イヌブナ 0.81	-	-	-	-	-	-	-
	C3	5	イヌシデ 0.26	クリ 0.24	ブナ 0.16	ミズナラ 0.14	アズキナシ 0.08	-	-	-
谷型緩斜面	D1	8	ブナ 0.32	イヌブナ 0.14	ウラゲエンコウカエデ 0.11	サウシバ 0.07	ホソエカエデ 0.07	ヒトツバカエデ 0.06	コハウチワカエデ 0.06	ホオノキ 0.05
	D2	4	ブナ 0.32	ウラゲエンコウカエデ 0.18	イヌブナ 0.17	ハウチワカエデ 0.08	-	-	-	-
	D3	1	ブナ 0.59	-	-	-	-	-	-	-
谷型急斜面	E1	4	アサダ 0.41	ミズメ 0.16	トチノキ 0.14	イタヤカエデ 0.14	-	-	-	-
	E2	7	ミズキ 0.24	サウシバ 0.18	オオイタヤメイゲツ 0.16	ミヤマザクラ 0.08	シオジ 0.08	ホソエカエデ 0.07	クマシデ 0.06	-
	E3	3	ホオノキ 0.45	オオイタヤメイゲツ 0.26	ミズキ 0.13	-	-	-	-	-

2) 尾根型緩斜面

尾根型緩斜面の3調査区は全て40m×20mの調査区で、面積合計は2,400m²であった。出現した種は34種で、調査対象の樹木は359個体であった。尾根型緩斜面における出現種のBAを図4に示す。BAは上位5種をみると、ブナ31.3m²/ha、クリ21.2m²/ha、イヌブナ18.0m²/ha、ミズナラ15.3m²/ha、ホソエカエデ6.2m²/haの順に高かった。RBAはブナ25.8%、クリ17.5%、イヌブナ14.8%、ミズナラ12.6%、ホソエカエデ5.1%となっており、5種の合計は75.8%となった。

BA上位5種の直径階分布を図5に示す。この地形型のBA上位5種について、ブナは、DBH1~15cmの幹が多く、20~40cmや、50~80cmの中経木や大径木までまばらに分布し、逆J字型を示していた。クリは11~15cmの幹はなく、15~55cm中経木や大径木の間分布している。イヌブナは1~15cmの幹が多く、15~40cmの幹も比較的多く出現し、85~90cmの幹もみられ、ブナと同様に逆J字型を示した。ミズナラはどの直径階も、単木で出現することが多かった。ホソエカエデは20~40cmの間

で、3個体みられただけであった。

3) 尾根型急斜面

尾根型急斜面は、10m×10mの調査区が1つ、20m×20mの調査区が2つで、面積合計は900m²であった。出現した種は21種で、調査対象の樹木は223個体であった。尾根型急斜面における出現種のBAを図4に示す。この地形型のBA上位5種は、ミズナラ41.3m²/ha、イヌブナ31.4m²/ha、ブナ20.9m²/ha、オオヤマザクラ18.2m²/ha、イヌシデ11.9m²/haとなっていた。RBAはミズナラ25.1%、イヌブナ19.1%、ブナ12.7%、オオヤマザクラ11.1%、イヌシデ7.3%で、5種の合計は68.0%となった。

BA上位5種の直径階分布を図5に示す。この地形型のBA上位5種について、ミズナラは15~40cmの間に単木的に分布していた。イヌブナは1~10cmに数多く分布し、10~50cmの間も比較的多く、逆J字型を示していた。ブナ、オオヤマザクラ、イヌシデは幹数が少ないため、どの階層も単木的に分布するだけであった。

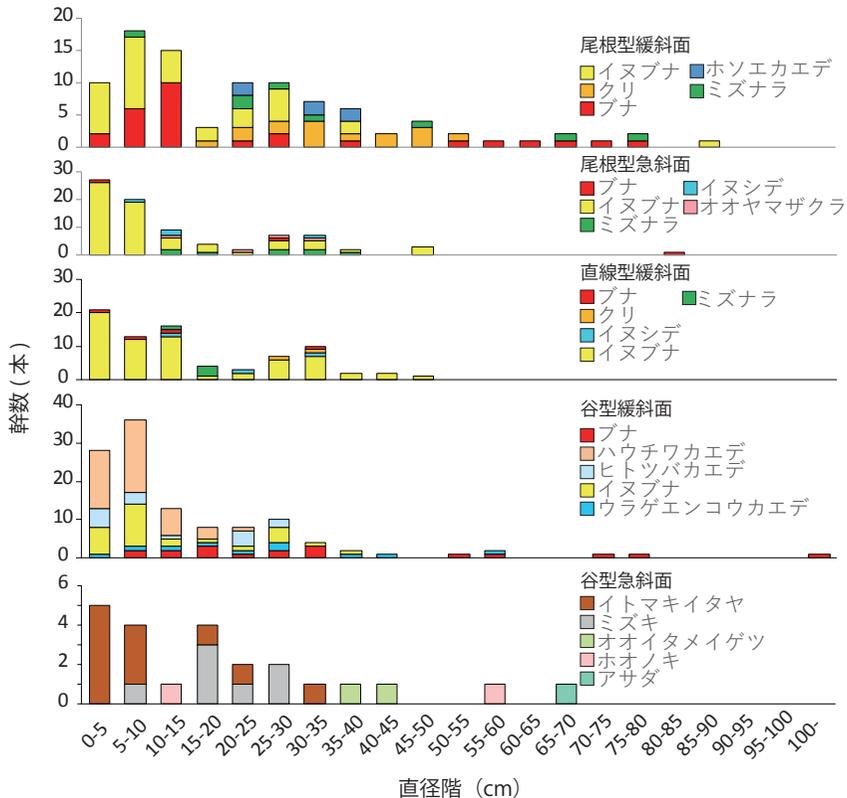


図5 各地形型の毎木調査区におけるBA上位5種の直径階分布

上位5種をみると、ブナ32.9m²/ha、ウラゲエンコウカエデ8.8m²/ha、イヌブナ7.1m²/ha、ヒトツバカエデ3.8m²/ha、ハウチワカエデ3.8m²/haとなっており、ブナが他の種より大きな値となっていた。RBAはブナ42.0%、ウラゲエンコウカエデ11.3%、イヌブナ9.1%、ヒトツバカエデ4.8%、ハウチワカエデ4.8%となり、5種の合計は72.0%となった。

BA上位5種の直径階分布を図5に示す。この地形型のBA上位5種について、ブナは5～35cmの間で連続的に分布し、50～60cm、70～80cm、100cm以上の樹木もみられ、小径木から大径木まで連続的に分布していることがわかる。ウラゲエンコウカエデも1～45cmまで連続的に分布し、55～60cmの樹木もみられた。イヌブナは1～10cmの樹木が多く、10～40cmの

樹木まで連続的に分布した。ヒトツバカエデは1～30cmの樹木まで分布しているが、それ以上の大径木はみられなかった。ハウチワカエデは1～10cmの樹木が多く、10～25cmまで分布したが、25cm以上の樹木はみられなかった。

6) 谷型急斜面

谷型急斜面は20m×20mの3調査区で、面積合計は1200m²となった。出現した種は24種で、調査対象の樹木は94個体であった。谷型急斜面における出現種のBAを図4に示す。BA上位5種をみると、アサダ8.7m²/ha、ホオノキ7.3m²/ha、オオイタヤメイゲツ6.5m²/ha、ミズキ5.9m²/ha、イトマキイタヤ4.3m²/haとなり、他の地形型の上位5種と比べると全体的に低い値となった。RBAはアサダ16.6%、ホオノキ

13.9%、オオイタヤメイゲツ12.4%、ミズキ11.3%、イトマキイタヤ8.3%となり、5種の合計は62.5%となった。

BA上位5種の直径階分布を図5に示す。この地形型のBA上位5種について、アサダは65~70cmに1本、ホオノキは10~15cm、55~60cmで1本ずつ、オオイタヤメイゲツは35~45cmで2本、ミズキは5~30cmの間で分布し、イトマキイタヤは1~35cmの間で分布し、逆J字型に近いパターンとなった。

3. ブナ個体群調査

ブナ個体群調査では合計313個体（尾根型緩斜面231本、尾根型急斜面48本、直線型斜面8本、谷型緩斜面24本、谷型急斜面2本）が出現した（図2、6）。ブナ個体群調査における全地形型（調査範囲全体）でのブナの直径階分布については、DBH1~15cmの樹木が多く、DBH15から100cm以上まで連続的に分布しており、逆J字型を示していた（図6）。

各地形型でブナの直径階分布を示す（図6）。尾根型緩斜面では小径木が多く、中経木や大径木も比較的多く出現し、逆J字型を示していた。尾根型急斜面ではDBH1~35cmまで連続的に分布し、DBH 40~50cm、80~85cmの樹木も出現した。直線型斜面では、DBH 1~15cm、30~35cmの階層に単木的に分布するのみであった。谷型緩斜面では、DBH 5cmから100cm以上の各階層に、数は多くないが連続的に分布した。谷型急斜面ではDBH 5~15cmの間に2本出現するのみであった。

ブナのDBH 1~10cmを小径木、DBH 10~30cmを中経木、DBH 30cm以上を大径木として、各地形型でその幹数を比較した（図7）。この図をみると、尾根型緩斜面では中経木が一番多く、次に小径木、大径木と続き、同様のパターンは尾根型急斜面でも同じであった。直線型斜面は小径木が多く、中経木と大径木は同じ幹数であった。谷型緩斜面は大径木が一番多

く、次に中経木、小径木という順になった。谷型急斜面は小径木、中経木ともに1本出現したのみであった。

各斜面方位においてサイズの階級別に出現個体数を集計した結果を図8に示す。一番ブナが多かったのは、北西向き斜面（NW:315-360°）で85本であった。次に西北向き斜面（WN:270-315°）で77本、北東向き斜面（NE:0-45°）で74本出現した。最も少なかったのは東南向き斜面（ES:45-90°）で18本となり、ブナの出現は、北向き斜面において他の斜面方位より多い結果となった。大径木では、NW28本とNE17本に偏っていた。小中径木でも、NEからNWに多く分布する傾向にあった。

凹凸度と傾斜度によるブナの分布とサイズの関係を表した図9を示す。この結果によると、ブナの大径木は緩傾斜地だけではなく、急傾斜地においても多く分布していた。しかし、急傾斜地に分布するブナは、尾根型（凸型）地形に偏って分布する傾向があった。いっぽうで谷型（凹型）地形でのブナの分布は小さいスケール（15m×15m）における緩傾斜地に比較的偏って分布していた。さらに、ブナの分布と凹凸度との関係についてスケールを変えながらみると、15m×15mのスケールでは、凹凸度が負の値の領域、すなわち谷型（凹型）地形にも多く分布していたが、スケールを25m×25m、45m×45m、95m×95mと大きくするに従って、凹凸度が正の値の方向へ、すなわち尾根型（凸型）地形へ分布が推移した。

4. 土壌調査

各調査区における土壌調査の結果を図10aに示す。調査区のほとんどの土が黒土であったが、一部の調査区（B1、C1、C2、E2）では礫が多く混じった土がみられた。尾根型緩斜面は、土の形態は黒土が多く、落葉層、土層ともに厚く堆積していた。尾根型急斜面では、礫質な土が多く、特に調査区B1で落葉層、土層は、と

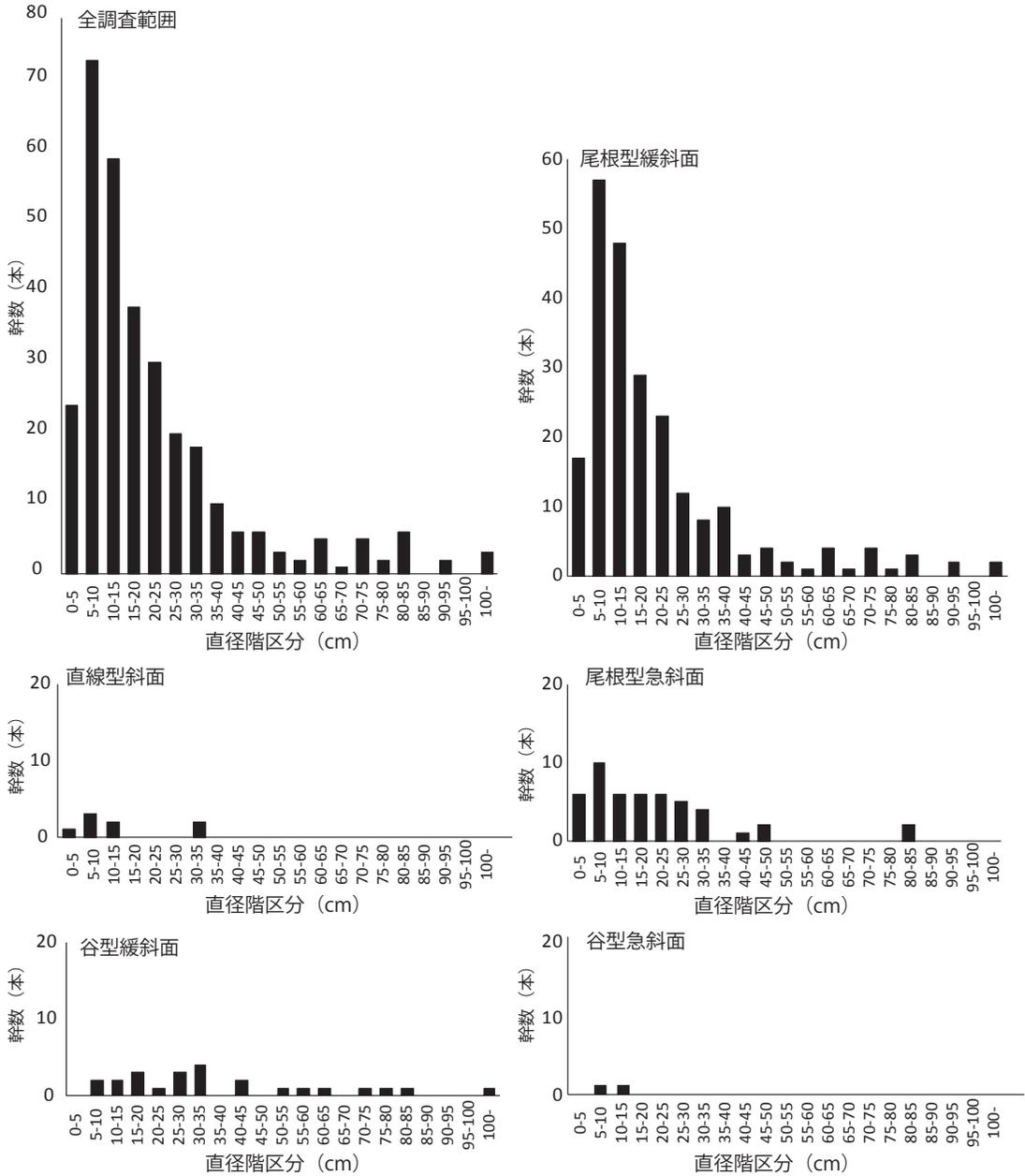


図6 個体群調査による調査範囲全域および各地形型におけるブナの直径階分布

もに薄かった。他の2つの調査区では、黒土が多く、落葉層、土層はともに厚かった。直線型斜面では、特に調査区C1、C2において礫質の土が多く、全ての調査区において落葉層、土層がともに薄かった。谷型緩斜面では、黒土で、

落葉層、土層はともに厚かった。谷型急斜面では、落葉層、土層はともに厚かった。各地形型における落葉層と土層の平均とそれらの偏差を図10bに示す。この結果によると、落葉層の平均値は高い順に谷型急斜面、尾根型緩斜面、尾

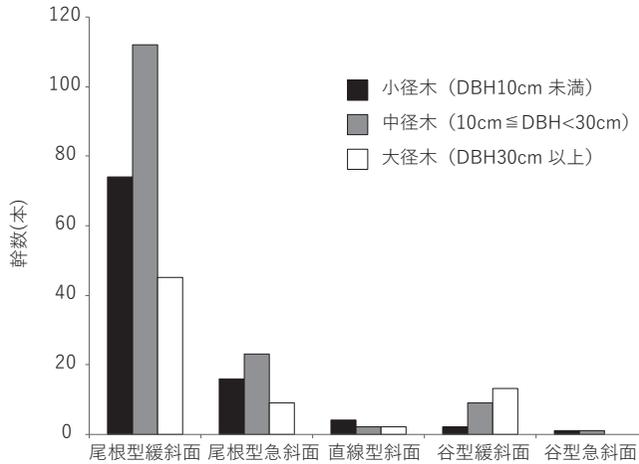


図7 個体群調査による各地形型におけるブナの小径木・中径木・大径木の幹数比較

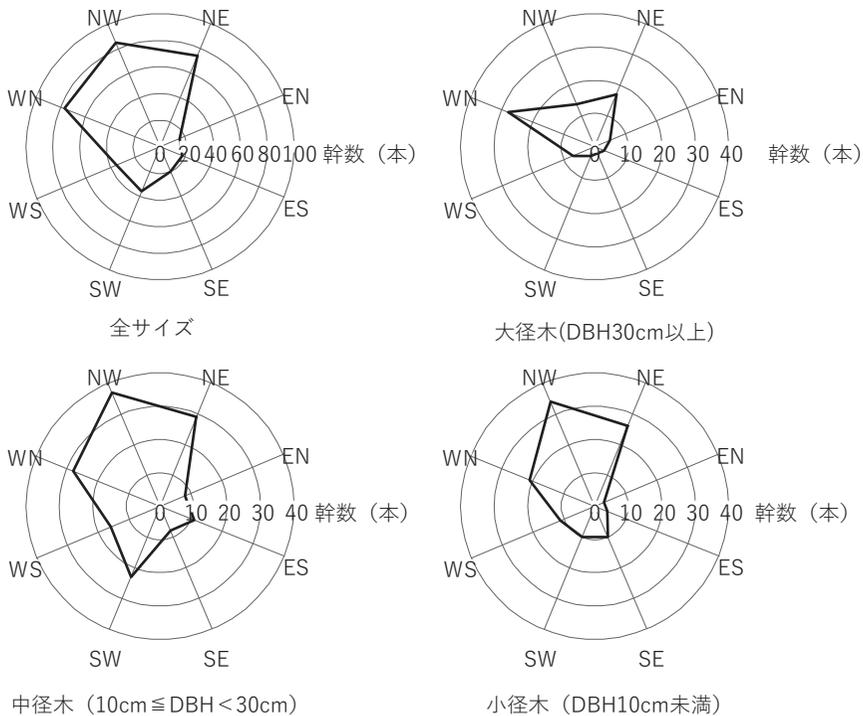


図8 各斜面方位における個体群調査のサイズ別のブナ出現数

(NE = 北東向き斜面: 0-45°, EN = 東北向き斜面: 45-90°, ES = 東南向き斜面: 90-135°, SE = 南東向き斜面: 135-180°, SW = 南西向き斜面: 180-225°, WS = 西南向き斜面: 225-270°, WN = 西北向き斜面: 270-315°, NW = 北西向き斜面: 315-360°.)

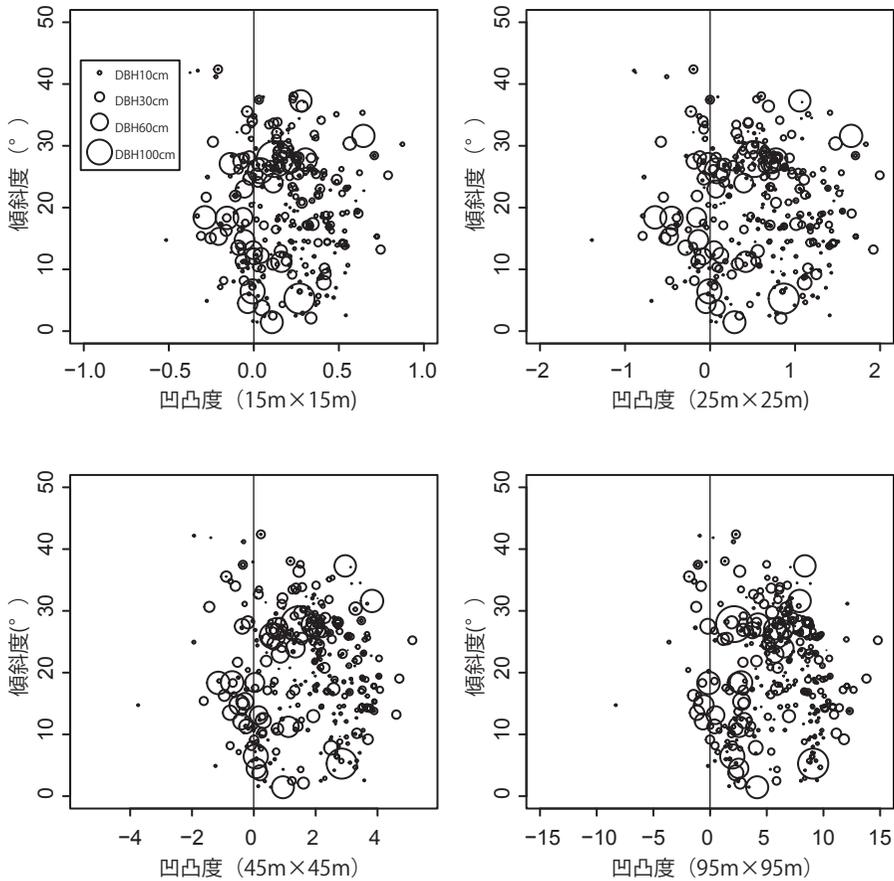


図9 異なるスケールの凹凸度と傾斜度における個体群調査のブナのサイズ分布
 (凹凸度はそのスケールでの地形の凹凸度を評価したものであり、0の値で平坦面および平滑斜面、正の値になるほど凸型地形(尾根型斜面)、負の値になるほど凹型地形(谷型斜面)を意味する。個体群調査によるもの。)

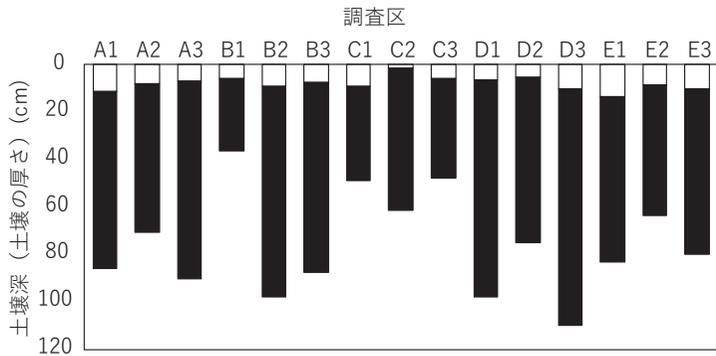
根型急斜面、谷型緩斜面、直線型斜面となった。土層の平均値は高い順に、谷型緩斜面、尾根型緩斜面、尾根型急斜面、谷型急斜面、直線型斜面となった。各地形型の落葉層、土層の偏差を調べた結果によると、落葉層においては、谷型急斜面が2.7cmと高い値を示し、直線型斜面が-2.4cmと低い値を示した。土層においては、谷型緩斜面が19.3cm、尾根型緩斜面が5.7cmと高い値を示した。いっぽうで、直線型斜面は、-20.7cmと非常に低い値を示した。尾根型急斜面と谷型急斜面では平均よりは低いものの、著しい低さは示さなかった。

V. 考察

1. ブナ林およびブナ個体群の生育立地

まず、本調査地域におけるブナ林やブナ個体群の分布や生育立地についてとりまとめる。本調査地域においてブナがよく生育して個体数も多かったのは尾根型および谷型の緩斜面であった。特に尾根型緩斜面と谷型緩斜面においてはブナが高い優占度を示した(表1、2)。尾根型急斜面においてはブナに加え、ミズナラとイヌブナなど他樹種も優占していた(表1、2)。とくに谷型緩斜面においては、大径木のブナが多かった(図6、7)。これらの斜面は、小地形ス

(a) 各調査区における落葉層と土層の土壤深（土壌の厚さ）



(b) 各地形型における落葉層と土層の土壤深（土壌の厚さ）

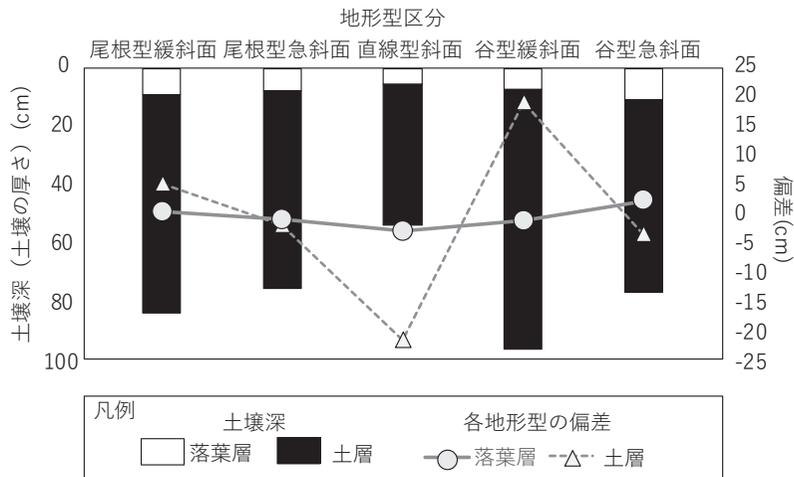


図10 各調査区 (a) および各地形型 (b) の落葉層と土層の土壤深（土壌の厚さ）

ケールの尾根-谷構造（本研究で地形分類に用いた垂小地形スケールよりもやや大きいスケール）からみると、いずれも尾根部（平尾根）に相当する。本研究におけるブナの分布と地形凹凸度との関係について、小さなスケールの地形凹凸度においては凹型地形にも分布がみられるが、スケールを大きくすると凸型に偏ることも、このことに起因すると考えられる（図9）。したがって、本研究でみられたブナの多い谷型緩斜面は、小地形スケールにおける平尾根を刻む小起伏の谷型地形であったといえる。いっぽう

で、平尾根の下方に位置する直線型斜面、谷型急斜面におけるブナの出現はごく一部に限られていた（図2b）。それら急斜面では、ブナの優占度は低く、イヌブナやミズキ、ホオノキ、カエデ類、シデ類などが優占種となっていた（図表1、2）。

太平洋型ブナ林が尾根に多く生育していることについては、原（2006）や永戸・島井（1998）が定性的に述べている。また、地形分類は行っていないが、ブナ個体の位置を地形図に示した定量的な調査は、小泉（1998）や小川ほか

(2008)が行っており、太平洋側の冷温帯林においてはブナが尾根に多いことが明らかにされている。神奈川県丹沢山地の冷温帯の1つの集水域で樹木の分布調査を行った研究においても、ブナはスケールの大きな尾根型地形に大きな個体が分布しやすいことが示されている (Kitagawa *et al.* 2014)。本研究では、以上のように従来、観察・記載されてきた太平洋型ブナ林が尾根型斜面に多いという現象を、亜小地形スケールの地形分類にもとづいて定量的に明らかにすることができた。とくに、小地形スケールの平尾根を刻む谷型緩斜面にもブナが多く生育し得ることを明らかにした。

次に太平洋型ブナ林が平尾根やそれを刻む浅い谷に多く生育する要因について、今回の調査ではそれら地形において土壌が厚く堆積していることや、斜面における地表の安定性が重要であると推測された。このような斜面における地表の安定性は、一般的に遷急線の上下で異なる (Sakai and Ohsawa 1993, 1994; Hara *et al.* 1996; Nagamatsu and Miura 1997)。その要因として、遷急線の上側では、土壌の移動は少なく、地表が安定しているのに対し、遷急線より下側では崩壊などの地表攪乱が起りやすいからだとされている。このことは斜面上における樹木分布と強く関係しており、こうした地表の安定性と樹木分布に着目した研究は多い (Sakai and Ohsawa 1993, 1994; Hara *et al.* 1996; Nagamatsu and Miura 1997; Enoki 2003; 澤田ほか 2005; Ito *et al.* 2007; 伊藤ほか 2012; 小川・沖津 201; Kitagawa *et al.* 2014; Kondo and Sakai 2015 *etc.*)。ブナ林を含む冷温帯林に関する先行研究では、土壌が厚く堆積した地形 (永戸・島井 1998) や、土層は薄い但し斜面の安定性が高い尾根型地形 (小川ほか 2008) にブナの分布がみられると述べている。Kitagawa *et al.* (2014) は、ブナのBAが大きくなりやすい環境について、土壌の厚い尾根型地形であることを示している。本調査地においても、ブナが多く出現し

た尾根型・谷型の緩斜面では落葉層、土層ともに厚く、斜面の安定性が高いと推測される (図10a, b)。いっぽうで、ブナの分布の少なかった直線型斜面では、落葉層と土層ともに薄く、礫が多い土の形態であったため、斜面の安定性が低いと推測される (図10a, b)。したがって、本地域のブナ林の立地にも土壌や斜面の安定性が重要であると考えられる。

これに関連して、福嶋・岡崎 (1995) は、日本海型ブナ林が優占する西中国山地において、山頂部に湿性型のブナ林が形成される要因について、平坦な地形や多量の降水および火山灰由来の土壌の保水性といった複合的な効果によるものであると指摘している。このような現象は広い範囲のブナ林で確認されており、「平尾根効果」と呼ばれている (福嶋 2005)。本研究調査地の平尾根 (尾根型緩斜面とそれを浅く刻む谷型緩斜面) 上の林床では、シカによる食害が増加する前の2004年の段階においては、ヤマタイミンガサをはじめとしてオクモミジハマ、オオバショウマのような、適潤性からやや湿った立地を指標する草本が生育していた (写真3ほかの写真記録による)。本調査地で見ら



写真3 林床でヤマタイミンガサが優占する平尾根上のブナ林
(2004年7月17日撮影.)

れた現象が福嶋(2005)により規定された平尾根効果そのものであるとは現段階では言い切れないが、ブナ林の分布に平坦に近い尾根型の地形や土壌が重要な要素であるという点では類似している。

ただし、太平洋側の山地域において、本調査地域でみられたような平尾根は、どこにでも均等に分布しているわけではないし、分布していたとしても必ずしも広い面積をもっているわけではない。そのため、本研究でみられた平尾根やそれを刻む浅い谷でブナが優占して更新も順調な現象は、太平洋側の尾根型斜面上に成立する夏緑広葉自然林において普遍的な現象なのではなく、山頂平坦面(清水 2000)が本調査地域程度の面積で広がっている立地に限定された現象なのではないかと推察される。さらには、本調査地域の平尾根でブナが優勢だった要因の一つとして、安定立地で繁茂しやすいササ類の生育がほとんどみられなかったことも関わっているのかもしれない。現在の気候下では太平洋型ブナ林の維持が難しい地域が多いのだとすると、本調査地域でみられた事例は、太平洋側のササのない山頂平坦面がブナ個体群のレフュジアとして機能しつつある現象といえるのかもしれない。

いっぽうで、斜面方位とブナ個体の分布を照らし合わせた図2cおよび図8をみると、ブナ個体群は本調査地の中央を東西に走る平尾根の南側(南向)の斜面では少なく、北側(北向)の斜面に偏って出現した。本調査地の南側ではかつて植栽されたカラマツが林冠層で優占する林分が少なからず広がっていたので、本結果におけるブナ出現の南北の偏りについては、カラマツ植林の影響を受けている可能性は少なからず考えられる。しかし、カラマツ樹冠下でもブナ個体の生育はみられた(現地を確認)ことから、中央の平尾根の南北におけるブナ個体群分布の偏りが自然的要因によって生じた可能性も否定できない。

奥日光と奥鬼怒地域においても同様の傾向が確認されており、その理由として、北向き斜面では日照時間が短く残雪があり、ブナ林が雪の保護を受けるためと述べている(織戸・星野 1997)。本調査地域でも平年値メッシュデータによると、12月に7cm、1月21cm、2月25cm、3月18cm程度の積雪が確認できた。したがって、北向き斜面に残雪が残る可能性が高いと考えられる。実際に筆者が2017年3月5日に調査地に訪れた際にも北向き斜面で残雪が確認されている。本研究の調査地域と雪の多い奥日光や奥鬼怒地域では積雪環境が大きく異なるが、本調査地においてブナの分布が北向き斜面に多いことは、初春の残雪が大きな影響を及ぼしている可能性が高いと考えられる。

2. ブナ林およびブナ個体群の更新

本調査地における太平洋型ブナ林は、調査範囲全体を通してみると直径階分布が逆J字型を示しており(図6)、更新に不利な点は見当たらなかった。したがって、調査範囲全体でみると今後もブナの更新はしていくと考えられる。各地形型それぞれにおいてブナの直径階分布をみると、尾根型緩斜面においては、大径木だけでなく、後継樹となる小径木が多く、逆J字型を示していた(図6)。したがって、今後も順調に更新していくと考えられる。尾根型急斜面においては、尾根型緩斜面に比べると個体数は少なく(図6、7)、単木的に分布する傾向にあった(図2b)。しかし、直径階分布についてみると小径木から中径木まで連続的に分布しており、繁殖している可能性の高い大径木もみられた(図6、7)。したがって、今後も更新していくと考えられる。谷型緩斜面においてはサイズが連続的であり、大径木が特に多かった(図6、7)、したがって、今後も更新していく可能性が高いと考えられる。いっぽうで、直線型斜面と谷型急斜面ではブナの個体数は極端に少なく、特に大径木はほとんど見られなかった(図

5、6)。したがって、ここではブナの更新は難しいと考えられる。

以上のように、本調査地における太平洋型ブナ林の更新について、調査範囲全体ではブナの直径階分布が逆J字型を示し、後継樹も多かったことから、全体的に更新は順調であると考えられる。特に尾根型緩斜面では直径階分布が逆J字型を示し、尾根型急斜面、谷型緩斜面では各階層に連続的であったことから、これらの地形型においてブナは更新していく可能性が高い。しかし、本地域において、尾根型の地形と直線型斜面ではブナと同属であるイヌブナも多かった(表1、2、図5)。イヌブナの直径階分布も連続的であり、今後はブナとイヌブナの種間競争も十分に考えられる。イヌブナは、萌芽能力が高く、ブナよりも地表攪乱に強い樹種であることが知られている(大久保 2002)。また、谷型緩斜面においてはイヌブナに加え、カエデ類も多くみられた(表1、2、図5)。このように、地表攪乱の起こる可能性が高い斜面や谷地形においては、今後の攪乱体制次第では他樹種にとって有利な環境となり、今後ブナの更新が阻害される可能性もある。日本海型のブナ林は種組成が単純でブナ純林状の相観を示すのに対し、本地域のような太平洋型ブナ林は様々な夏緑広葉樹が混成する(藤田 1987; 島野・沖津 1993, 1994; Homma *et al.* 1999; Homma 2001; Shimano 200; 島野 2007)。このような太平洋型ブナ林における多様な樹種の共存について、Masaki *et al.* 1992は、攪乱の規模や頻度に応じた樹種ごとの更新ニッチの違いによる結果であると述べている。さらに特定の地形型においてのみ優占する樹種は、その地形型に由来する特異な環境下において他種より有利な生態的戦略を有している可能性が高い(酒井 1997)。今後は、ブナ以外の樹種との種間関係や各地形型における詳細な攪乱体制なども考慮に入れて、本地域のブナ林およびブナ個体群の更新について議論していくことが課題である。

3. 太平洋型ブナ林の立地と更新

太平洋型のブナ林では日本海型ブナ林に比べ更新が不順であることが指摘されている(Homma 2001; Shimano 2006)。太平洋型ブナ林の更新について、関東周辺のブナ自然林で調査を行った島野・沖津(1994)によると、太平洋型ブナ林は日本海型ブナ林に比べると後継樹が圧倒的に少ないため、今後ブナは衰退しブナ以外の高木性樹種が優占していくと述べている。いっぽうで、太平洋型ブナ林において、ブナの更新や個体群維持は順調であるとした研究例もいくつか報告されている。例えば、関東北部の高原山でブナ・イヌブナ林の15年間の森林動態を調査した松本ほか(2012)は、15年間では優占種の割合や種組成に大きな変化はみられず、当面はブナ・イヌブナが優占する森林が維持されると結論づけている。また、澤田ほか(2005)は、秩父山地の天然林において、ブナは後継樹もよく出現しており、安定した個体群維持を行っているとして述べている。本調査地では、尾根型緩斜面では直径階分布が逆J字型を示し、尾根型急斜面、谷型緩斜面では各階層に連続的に分布していた(図4)。したがって、本調査地のブナ林も現在は更新しており、当面のブナの個体群維持は可能と考えられる。

太平洋型ブナ林の更新の阻害要因として、島野(1998)は寡雪な環境をあげている。寡雪な環境ではブナの種子の乾燥および凍結、水分ストレスなどの物理的な制限と齧歯類や大型哺乳類による種子の摂食圧の強さ、実生や稚樹の食害などの生物的な制限を引き起こすとしている。特に、齧歯類はブナ堅果の主要な捕食者であることが知られており、ブナの発芽や実生の消長に大きな影響を及ぼしていると考えられる(Shimano and Masuzawa 1998)。したがって、積雪の存在はブナの種子や実生を捕食者から保護することで、生存率を高めることに貢献していると考えられる。

本間(2003)は、ブナ林植生が積雪によって

影響を受けるプロセスについてまとめている。その中で、少雪地におけるブナの種子生産から実生定着、実生バンク形成までに至る「初期更新」について調べている。それによると、少雪環境下では多雪地環境に比べて昆虫による種子への被害率が高くなることや、種子の越冬期間に乾燥・菌害・ネズミによる食害によって健全な種子密度が大幅に低下すると述べている。さらに太平洋側少雪地帯のブナ林ではこれら複数の因子が累積することで、健全種子密度が種子生産から実生発生までのわずか半年間にほとんどゼロに近い値まで低下していた。特に乾燥害・ネズミによる食害はともに積雪深と負の相関を持ち、積雪とブナ個体群更新の関係性は緊密であると結論付けている。

本調査地では、尾根型緩斜面と谷型緩斜面でブナが特に多く分布・更新しており、そこは地形条件や土壌条件から地表の安定性が高いと推測された。さらに、その中でも、長期間積雪が残しやすいと考えられる北向き斜面でブナの立木個体が多かった。したがって、本研究においても積雪がブナの分布・更新に強く関係していると言える。小出・持田(2012)では、太平洋型ブナ林の更新に影響する環境要因を広域的に調べた結果、最大積雪深よりも冬季の温度の方が重要であった。これについては、一時的な最深積雪量よりも、少ない積雪量であってもそれが時間的に長く根雪として維持される環境下においてブナの更新が順調になる可能性を指摘している。したがって、本調査地においても冬季に長期間積雪が残しやすいと考えられる北向き斜面で緩傾斜、もしくは凹地のような立地環境下であれば、地域的には寡雪環境であっても、局所的にはブナの更新適地となっている可能性がある。

引用文献

- Dufrene, M. and Legendre, P. 1997. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs* 67: 345-366.
- Enoki, T. 2003. Microtopography and distribution of canopy trees in a subtropical evergreen broad-leaved forest in the northern part of Okinawa Island, Japan. *Ecological Research* 18: 103-113.
- 藤田 昇. 1986. 日本海型ブナ林と太平洋型のブナ林の組成と構造. *種生物学研究* 10: 1-13.
- 藤田 昇. 1987. ブナ林構成樹種の太平洋型分布と日本海型分布. *Acta Phytotax Geobotanica* 38: 311-329.
- 福嶋 司. 2005. 平尾根効果. 福嶋 司・岩瀬 徹編著『図説 日本の植生』136-138. 朝倉書店.
- 福嶋 司・岡崎正規. 1995. 西中国山地の山頂部に発達する湿性型ブナ林とその立地環境. *日本森林学会誌* 77: 463-473.
- 福嶋 司・高砂裕之・松井哲哉・西尾孝佳・喜屋武豊・常富 豊. 1995. 日本のブナ林群落の植物社会学的新体系. *日本生態学会誌* 45: 79-98.
- 原 正利. 2006. 東日本太平洋側におけるブナを含む森林群落の生態地理的特徴. *植生学会誌* 23: 137-152.
- Hara, M., Hirata, K., Fujihara, M. and Oono, K. 1996. Vegetation structure in relation to micro-landform in an evergreen broad-leaved forest on Amami Ohshima Island, south-west Japan. *Ecological Research* 11: 325-337.
- 原 英俊. 2008. 四万十帯. 日本地質学会編『日本地方地質誌 3 関東地方』92-96. 朝倉書店.
- Homma, K. 1999. Effects of snow pressure on growth form and life history of tree species in Japanese beech forest. *Journal of Vegetation Science* 8: 781-788.
- Homma, K. 2001. Effects of Snowfall on the Species Composition and Population Structure of Siebold's Beech (*Fagus crenata* Blume) Forest in Echigo Mountains, Central Japan. *Bulletin of the Niigata University Forests* 34: 1-16.
- 本間航介. 2003. ブナ林背腹性の形成要因. *植生史研究* 11: 45-52.
- Ito, H., Ito, S., Matsuda, A., Mitsuda, Y. and Buckley, G. P.

2007. The effect of micro-topography on habitat segregation and tree species diversity in a warm temperate evergreen broadleaved secondary forest in southern Kyushu, Japan. *Vegetation Science* 24: 171-182.
- Ito, S., Marutani, T. and Shimizu, O. 2012. Patch mosaic distribution of overstory vegetation in a riparian buffer strip along a meandering V-shaped valley of Oyabu creek, central Kyushu, southwestern Japan. *Japanese Journal of Forest Environment* 54: 7-17.
- 菊池多賀夫. 2001. 『地形植生誌』. 東京大学出版会.
- 吉良竜夫. 1948. 温量指数による垂直的な気候帯の分かち方について—日本の高冷地の合理的利用のために—. *寒地農学* 2: 47-77.
- Kitagawa, R., Kondo, H. and Sakai, A. 2014. Spatial pattern of forest structure mediated by topography in a steep mountain basin in West Tanzawa, Japan. *Journal of Forest Research* 19: 205-214.
- 小出 大・持田幸良. 2012. 太平洋側ブナ个体群の更新に与える冬季気温およびシカの影響. *日本森林学会誌* 94: 68-73.
- 小泉武栄・鈴木由告・清水長正. 1988. 『多摩川流域の森林立地に関する地形・地質学的研究』とうきょう環境浄化財団.
- Kondo, H. and Sakai, A. 2015. Micro-landform Structure and Tree Distribution in Subalpine Riparian Area of V-shaped Valley, Minami Alps, Central Japan. *Geographical review of Japan* 88B: 23-37.
- Masaki, T., Suzuki, W., Niiyama, K., Iida, S., Tanaka, H. and Nakashizuka, T. 1992. Community structure of species-rich temperate forest, Ogawa Forest Reserve, central Japan. *Vegetatio* 98: 97-111.
- 丸山祐一. 2002. いろいろな地形分類の方法. 大矢雅彦ほか著『地形分類図の読み方・作り方 改訂増補版』58-69. 古今書院.
- 松本健太郎・逢沢峰昭・松本陽介・大久保達弘. 2012. 関東北部高原山におけるイヌブナ・ブナが優占する太平洋型ブナ成熟林の15年間の森林動態. *森林立地* 54: 73-80.
- Minchin, P. R. 1987. An evaluation of relative robustness of techniques for ecological ordinations. *Vegetatio* 69: 89-107.
- 宮脇 昭編著. 1985. 『日本植生誌 中部』至文堂.
- 森廣信子・磯谷達宏・島田和則・中 涼子・野上圭子. 1999. 雲取山北東斜面の落葉広葉樹林(1) 森林構造の概要. *東京都高尾自然科学博物館報告* 18: 1-11.
- Nagamatsu, D. and Miura, O. 1997. Soil disturbance regime in relation to micro-scale landforms and its effects on vegetation structure in a hilly area in Japan. *Plant Ecology* 133: 191-200.
- 永戸 健・島井誠司. 1998. 奥武蔵, 子の山のブナ林. *大東文化大学紀要* 36: 153-172.
- 永戸 健・島井誠司. 2010. 奥秩父山地大持山のブナ林について. *大東文化大学紀要* 48: 8-17.
- 中静 透. 2010. ブナ. *日本樹木誌編集委員会編『日本樹木誌1』* 577-590. 日本林業調査会.
- 小川滋之・小松陽介・沖津 進. 2008. 外秩父山地において基盤岩の違いにより規定されるブナの立地特性. *地域研究* 49: 1-13.
- 小川滋之・沖津 進. 2012. 外秩父山地の地すべり地における微地形と植生分布の関係. *地域研究* 52: 24-30.
- Ohsawa, M. 1984. Differentiation of vegetation zones and species strategies in the subalpine region of Mt. Fuji. *Plant Ecology* 57: 15-52.
- 大久保達弘. 2002. イヌブナの萌芽特性及びイヌブナ天然林の更新に関する研究. *宇都宮大学農学部演習林報告* 38: 1-86.
- 織戸明子・星野義延. 1997. 奥日光・奥鬼怒地方冷温帯林における種組成・構造の南北斜面間での差異. *植生学会誌* 14: 77-89.
- 酒井暁子. 1997. 高木性樹種における萌芽の生態学的意味. *種生物学研究* 21: 1-12.
- Sakai, A. and Ohsawa, M. 1993. Vegetation pattern and microtopography on a landslide scar of Mt. Kiyosumi, central Japan. *Ecological Research* 8: 47-56.
- Sakai, A. and Ohsawa, M. 1994. Topographical pattern of the forest vegetation on a river basin in a warm-temperate hilly region, central Japan. *Ecological Research* 9: 269-280.
- 澤田晴雄・大久保達弘・梶 幹男・大村和也. 2005. 秩父山地山地帯天然林における植生型および樹種个体群の空間分布と地形依存性. *日本森林学会誌* 87: 293-303.

- 島野光司. 1998. 何が太平洋型ブナ林におけるブナの更新をさまたげるのか?. 植物地理・分類研究 46: 1-21.
- 島野光司. 2007. ブナ林の更新とその地理的変異. 植生情報 11: 26-42.
- Shimano, K. 2006. Differences in beech (*Fagus crenata*) regeneration between two types of Japanese beech forest and along a snow gradient. *Ecological research* 21: 651-663.
- Shimano, K. and Masuzawa, T. 1998. Effect of snow accumulation on survival of beech (*Fagus crenata*) seed. *Plant Ecology* 134: 235-241.
- 島野光司・沖津 進. 1993. 東京郊外奥多摩, 三頭山に分布するブナ・イヌブナ林の更新. 日本生態学会誌 43: 13-19.
- 島野光司・沖津 進. 1994. 関東周辺におけるブナ自然林の更新. 日本生態学会誌 44: 283-291.
- 清水長正 2000. 中・東部の中生層からなる山々 (関東山地と秩父盆地). 貝塚爽平ほか編『日本の地形 4 関東・伊豆小笠原』102-103. 東京大学出版会.
- Tamura, T. 1981. Multiscale landform classification study in the hills of Japan (II). *Science Reports of Tohoku University, 7th Series (Geography)* 31: 85-154.
- 富田 崇. 2004. 『山梨県松姫峠付近の落葉広葉樹林における主要構成樹種の更新状況について』国士舘大学文学部史学地理学科地理・環境専攻平成16年度卒業論文.
- Uemura, S. 1989. Snowcover as a factor controlling the distribution and speciation of forest plants. *Vegitatio* 82: 127-137.
- 山梨県. 1991. 『土地分類基本調査 丹波・三峰 5万分の1』山梨県.
- 山根一郎・松井 健・入沢周作・岡崎正規・細野 衛 1978. 『図説 日本の土壌』朝倉書店.
- 吉永秀一郎・武内和彦. 1986. 多摩丘陵西部小流域の地質条件と斜面地形. 東北地理 38: 1-15.

葬儀の場所の変化とその社会的背景

藤岡 英之

本学人文科学研究科・博士課程 大学院生

I. はじめに

2003年に100万人を突破した我が国の死亡人口は、今後2040年ごろまで増え続けるとされる。これにともなって、散骨や自然葬といった墓(墓石)をもたない死者供養が増えるなど、人の死をめぐる社会の変化も大きくなっている。葬儀も、その担い手が地域共同体から葬祭業者へと移り、葬祭業者が設置する葬儀会館が利用されることが多くなったり、ごく少人数で営まれる「家族葬」¹⁾が増えるなど、大きな変化のさなかにある。本稿ではこのうち、自宅や寺院から葬儀会館へという、葬儀の場所の変化について考察する。

もともと葬儀は自宅や寺院などを会場としていたが、現代の葬儀の多くは葬儀専用の式場(葬儀会館²⁾)で行われているという³⁾。1970年代ごろに設けられていたとみられる葬儀会館は、1980年代の後半から1990年代以降、全国に急速に普及した。都市部の幹線道路を走れば、道路沿いに葬儀会館やその案内看板を目にする機会も多い。

では、葬儀の場所は実際にどのように変化してきたのだろうか、また葬儀の場所の変化は他の社会的な現象、たとえば高齢化や、新築される住宅の小規模化、高齢者世帯の家族構成の変化⁴⁾などどのような関係にあるのだろうか。本稿の目的はこれらを明らかにすることである。

葬儀会館の普及に関する研究には、寺石・寺石(2000)や福田・八木澤(2006)がある。寺石・寺石(2000)は、寺院の影響力やコミュニティの結びつきなどの習俗の力の強弱によって葬儀会館の普及に地域差が生まれると述べてい

る。伝統的な葬儀習俗の拘束力が弱まるにつれて葬儀会館での葬儀が普及し、また逆に葬儀会館が普及することによって習俗の拘束力が弱体化するとした。しかし、普及の度合いを示す数値の根拠や調査の方法については必ずしも明らかにされていない。また、福田・八木澤(2006)は、日本消費者協会の資料(1983年以降、3~4年ごとに継続して行われている葬儀に関するアンケート調査)を整理して、葬儀の場所が全国で画一的に葬儀会館に移行し、それによって葬祭業者の業務が接客サービスなどに变化したと論じた。全国を網羅した調査が継続的になされている点でこのアンケート調査は高く評価できるが、その調査方法はとくに対象者の選び方において各回の統一がなされていないなどの問題点も見られる。また、この研究では葬儀会館の普及の要因については検討されていない。

このようにこれまでの研究では、基本となる葬儀の場所に関するデータの精度に疑問が残り、このため、葬儀会館の普及に影響を与えたとみられるさまざまな現象、たとえば地域コミュニティの弱体化、規模の大きい家屋の減少、寺院との関係の希薄化などと、葬儀会館の利用割合の変化がどのような関係にあるのかについて、定量的に確認することができず、実際になされてもこなかった。こうした問題を解決するために、本稿では新聞のお悔やみ欄を利用して、葬儀の場所の変化を都道府県別に明らかにする。お悔やみ欄によって全都道府県の葬儀の場所が明らかになるわけではなく、実際に集計できる都道府県は全体の半数に満たないが、2000年1月と2010年1月の新聞に掲載された

お悔やみ欄について、葬儀がどこで行われたか、その場所を集計する。そして葬儀の場所の変化に影響を及ぼしたと考えられる、高齢化、地域コミュニティから葬祭業者への葬儀の担い手の移行、住宅事情、寺院との関係の希薄化、自動車の普及などと、会館葬の増加がどのような関係にあるのか、その関係を統計データで確認しながら考察する。さらに、このなかで、葬祭業者の従業者数と葬儀会館利用割合の関係を分析し、両者の関係についてより詳細に検討する。

II. 新聞のお悔やみ欄にみる葬儀の場所の変化

1. 分析の方法

新聞のお悔やみ欄を分析するにあたり、その対象とする新聞は、日本新聞協会に加盟する新聞社のうち、各都道府県の主要な県紙1紙とする。この新聞のお悔やみ欄に書かれている葬儀の場所を分析する。県紙に掲載がない場合は、全国紙（読売、朝日、毎日）のうちその都道府県内で販売部数の多い1紙の地方版を対象とする（日本ABC協会（2018）による）。ただし、福島県と沖縄県には有力な県紙が2紙あるので、この2紙のみを分析する。和歌山県⁵⁾と山口県では、最も有力な県紙の本社が県庁所在地になく県全体をカバーしていないと思われるが、この有力県紙を分析対象とする。

分析対象とするお悔やみ欄とは、黒枠広告などと呼ばれる新聞広告としての訃報や葬儀の告知ではなく、著名人や有力企業の社長経験者などの死亡情報を掲載する記事としての訃報とも異なる。一般の市民の死亡情報（故人名、死亡時の年齢、自宅住所）や、通夜や葬儀の日時や場所、さらに新聞によっては故人の経歴や人となり、写真までを、遺族の希望により無料で掲載するものである。もともと、役所への死亡の届け出にともなって、遺族の承諾のもとに故人

名、死亡時の年齢、自宅住所などを掲載するお悔やみ欄は、多くの地域の新聞で行われてきた。そのお悔やみ欄に、早いところでは1980年代の半ばごろから、葬儀の日時や場所の情報が付加されるようになったとみられる。

このお悔やみ欄から、2000年1月、2010年1月の両月に掲載されていた葬儀の場所を以下の観点から7つに分類した。

- ①寺院 仏教系の施設。本堂だけでなく、付設の檀信徒会館、布教所なども含む。住職やその家族の葬儀を、住まいでもある寺院（自坊）で営む場合は、寺院に分類した。（以下、寺院での葬儀を寺院葬と表す。）
- ②神社・教会 天理教の教会、エホバの証人の王国会館などを含む。創価学会の文化会館は含まず、その他に分類する。
- ③自宅 故人の自宅。喪主や親族の自宅は含まず、その他に分類する。（以下、故人の自宅での葬儀を自宅葬と表す。）
- ④集会所 自治体などが設置した公的な施設。集会所、自治会館、市民会館、公民館、公営の体育館を含むが、学校（公立・私立を問わず）の体育館は含まない。
- ⑤ホテル・宴会場 ホテル、旅館、宴会場、結婚式場、仕出し業者の集会施設などバンケット施設。
- ⑥葬儀会館 葬儀専用の式場。葬儀社が運営する葬儀会館だけでなく、公営の火葬場付設の式場、貸し葬儀場、霊園が併設する法要施設を含む。ここに含まれる公営の式場は集会所的機能ももっていたと考えられるので、公営式場利用の件数のみ内数として別に集計した。なお、葬儀会館の判定には、全国の葬儀会館の一覧を掲載する総合ユニコム（2017）を使用した。（以下、会館での葬儀を会館葬と表す。）
- ⑦その他 親族宅、（⑤に含まれない）民営の多目的ホール、商工会議所や農協の会議室、有料老人ホームや特養での葬儀などを分類する。

2. 各都道府県の特徴

お悔やみ欄で葬儀の場所の掲載があった新聞について、都道府県別にそれぞれの場所の割合、掲載率（同月の当該都道府県の死亡者数に

対する新聞に掲載された件数の割合）をまとめたものが、表1（2000年1月）と表2（2010年1月）である。表の中で影をつけた部分は会館葬のうち公営式場を利用した件数（内数）で、割

表1 新聞お悔やみ欄による葬儀の場所の分類（2000年1月）

都道府県	掲載総数	寺院	神社・教会	自宅	集会所	ホテル・宴会場	葬儀会館	葬儀会館のうち公営	その他	死亡者数	掲載率
北海道	3,616	1,066 29%	47 1%	29 1%	1,027 28%	11 0%	1,424 39%	0 0%	12 0%	4,331	83%
宮城県	51	30 59%	0 0%	10 20%	2 4%	0 0%	8 16%	0 0%	1 2%	1,675	3%
秋田県	739	292 40%	2 0%	306 41%	14 2%	19 3%	100 14%	0 0%	6 1%	1,245	59%
山形県	139	100 72%	0 0%	21 15%	5 4%	5 4%	5 4%	0 0%	3 2%	1,169	12%
茨城県	1,010	39 4%	1 0%	371 37%	8 1%	0 0%	590 58%	168 17%	1 0%	2,392	42%
栃木県	1,219	36 3%	1 0%	519 43%	6 0%	0 0%	656 54%	42 3%	1 0%	1,610	76%
群馬県	1,433	82 6%	9 1%	347 24%	28 2%	1 0%	962 67%	378 26%	4 0%	1,733	83%
千葉県	57	3 5%	1 2%	11 19%	2 4%	1 2%	39 68%	9 16%	0 0%	3,760	2%
神奈川県	476	61 13%	4 1%	114 24%	49 10%	0 0%	247 52%	26 5%	1 0%	5,246	9%
富山県	895	253 28%	3 0%	229 26%	115 13%	0 0%	291 33%	4 0%	4 0%	955	94%
石川県	887	162 18%	4 0%	154 17%	197 22%	1 0%	365 41%	0 0%	4 0%	955	93%
福井県	655	144 22%	2 0%	256 39%	140 21%	0 0%	111 17%	3 0%	2 0%	720	91%
山梨県	649	38 6%	3 0%	375 58%	11 2%	1 0%	219 34%	0 0%	2 0%	722	90%
長野県	1,678	359 21%	6 0%	204 12%	187 11%	26 2%	864 51%	0 0%	32 2%	2,060	81%
奈良県	47	11 23%	3 6%	22 47%	2 4%	0 0%	9 19%	2 4%	0 0%	1,129	4%
島根県	119	38 32%	9 8%	32 27%	1 1%	3 3%	36 30%	0 0%	0 0%	896	13%
香川県	344	12 3%	0 0%	153 44%	8 2%	0 0%	170 49%	4 1%	1 0%	906	38%
愛媛県	528	22 4%	5 1%	203 38%	19 4%	1 0%	276 52%	13 2%	2 0%	1,435	37%
福岡県	267	4 1%	0 0%	63 24%	3 1%	0 0%	196 73%	0 0%	1 0%	3,933	7%
佐賀県	645	68 11%	2 0%	326 51%	1 0%	0 0%	246 38%	15 2%	2 0%	844	76%
長崎県	717	25 3%	40 6%	217 30%	5 1%	0 0%	422 59%	0 0%	8 1%	1,329	54%

資料：各新聞より筆者作成

表2 新聞お悔やみ欄による葬儀の場所の分類 (2010年1月)

都道府県	掲載総数	寺院	神社・ 教会	自宅	集会所	ホテル・ 宴会場	葬儀会館	葬儀会館の うち公営	その他	死亡者数	掲載率
北海道	2,939	544 19%	32 1%	26 1%	397 14%	4 0%	1,926 66%	0 0%	10 0%	4,813	61%
青森県	387	106 27%	2 1%	27 7%	104 27%	12 3%	130 34%	0 0%	6 2%	1,425	27%
宮城県	50	10 20%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	40 80%	0 0%	0 0%	2,010	2%
秋田県	984	264 27%	3 0%	266 27%	12 1%	21 2%	412 42%	6 1%	6 1%	1,335	74%
山形県	860	155 18%	2 0%	51 6%	10 1%	0 0%	638 74%	0 0%	4 0%	1,270	68%
福島県	1,898	73 4%	4 0%	72 4%	3 0%	1 0%	1,742 92%	8 0%	3 0%	2,169	88%
茨城県	1,838	32 2%	2 0%	18 1%	0 0%	0 0%	1,786 97%	579 32%	0 0%	2,807	65%
栃木県	1,462	20 1%	2 0%	18 1%	1 0%	0 0%	1,421 97%	98 7%	0 0%	1,944	75%
群馬県	1,376	18 1%	1 0%	3 0%	4 0%	0 0%	1,350 98%	279 20%	0 0%	1,949	71%
千葉県	66	2 3%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	63 95%	6 9%	1 2%	4,824	1%
神奈川県	103	7 7%	0 0%	2 2%	5 5%	0 0%	89 86%	19 18%	0 0%	6,334	2%
富山県	1,005	16 2%	2 0%	11 1%	8 1%	0 0%	968 96%	0 0%	0 0%	1,136	88%
石川県	901	31 3%	4 0%	14 2%	81 9%	0 0%	763 85%	0 0%	8 1%	1,059	85%
福井県	750	41 5%	2 0%	50 7%	25 3%	0 0%	632 84%	13 2%	0 0%	837	90%
山梨県	746	42 6%	1 0%	8 1%	0 0%	0 0%	695 93%	38 5%	0 0%	904	83%
長野県	1,713	210 12%	6 0%	17 1%	29 2%	16 1%	1,435 84%	0 0%	0 0%	2,127	81%
奈良県	28	6 21%	0 0%	4 14%	4 14%	0 0%	14 50%	3 11%	0 0%	1,253	2%
広島県	289	15 5%	0 0%	12 4%	7 2%	0 0%	255 88%	7 2%	0 0%	2,619	11%
香川県	459	7 2%	2 0%	46 10%	1 0%	0 0%	402 88%	6 1%	1 0%	1,106	42%
愛媛県	862	13 2%	4 0%	41 5%	5 1%	0 0%	799 93%	53 6%	0 0%	1,546	56%
佐賀県	688	16 2%	2 0%	40 6%	1 0%	0 0%	629 91%	30 4%	0 0%	899	77%
長崎県	1,013	14 1%	35 3%	55 5%	3 0%	0 0%	902 89%	2 0%	4 0%	1,577	64%

資料：各新聞より筆者作成

合は掲載された総数に対するものである。

各都道府県の特徴は、以下のようにまとめられる。都道府県名に続くかっこ内の新聞名は、

集計の対象とした新聞の名称である。

北海道（北海道新聞） 自宅葬の割合はきわめて低く、葬儀会館以外では主に寺院と集会所が

使われていた。集会所の割合が3割近くある都道府県は2000年では他になく、自宅葬の割合が低いこととともに北海道の大きな特徴の1つとなっている。大都市部の札幌ではほとんどが会館葬になっているが、全道でみると2010年でも会館葬が66%で、寺院や集会所がまだまだ多い。ただし、これには会館葬が多い大都市部での掲載率が下がっているとみられることも、いくらか影響しているかもしれない。

青森県（読売新聞青森版）2010年には読売新聞の青森版にお悔やみ欄が設けられていた。読売新聞の世帯普及率（世帯数に対する朝刊販売部数の割合）は県内で約4%しかないが、掲載率（同月の死亡者数に対する掲載件数の割合）は27%あった。会館葬は3分の1程度と低く、他は寺院葬と集会所の利用が多く自宅葬は少ない。集会所での葬儀が3割近くあり、10年前の北海道に似た特徴を示している。

宮城県（読売新聞宮城版）県紙の河北新報には2000年、2010年の掲載はなく、世帯普及率が6.5%である読売新聞地方版を利用した。2000年には寺院葬が圧倒的だったが、2010年には葬儀会館が80%に達した。

秋田県（秋田魁新報）2000年には寺院葬と自宅葬がほぼ4割ずつを占めていたが、2010年には会館葬が4割を超えた。自宅葬の割合が低い東北地方にあって、自宅葬の多さが目立っている。

山形県（山形新聞）会館葬が2000年の4%から2010年は74%に急増、逆に寺院葬は72%（2000年）から2割以下（2010年）まで激減した。こうした変化は隣県・宮城県と同様の傾向である。

福島県（福島民報）2000年には掲載がなかったが、2010年には福島民報、福島民友の有力2紙ともに葬儀の情報を載せていた。会館葬が9割を超えている。

茨城県（読売新聞茨城版）県紙・茨城新聞があるが、世帯普及率は全国紙の読売新聞のほう

が高く、読売新聞の地方版で集計した。2000年の時点で葬儀会館利用が6割近くまであり、残りは多くが自宅で行われていた。市営火葬場併設の公営式場が多く利用されており、2010年にはほぼ100%だった会館葬のうち公営式場の利用が約3分の1あった。

栃木県（下野新聞）2000年では葬儀会館が5割を超え、残りはほとんどが自宅で行われていたこと、2010年には葬儀会館がほぼ100%になることなどは、隣県の茨城と同様だった。公営式場の利用割合は、県内の施設が茨城県ほど多くないことなどから、あまり高くはない。

群馬県（上毛新聞）会館葬の割合が高く（2010年99%）、2000年では残りの多くを自宅葬が占めること、2010年には減少したものの公営式場の利用率も高いことなど、関東の他県と共通した特徴がある。

千葉県（千葉日報）葬儀日程などを掲載するお悔やみ欄がある千葉日報は世帯普及率6%で、葬儀に関する情報の掲載率は2000年が2%、2010年は1%だった。葬儀の場所の利用傾向は、葬儀会館と自宅が多い（2000年）など関東他県に近い特徴を示している。2010年の会館葬の割合は95%に達した。

神奈川県（神奈川新聞）会館葬が多く（2010年に86%）、自宅葬がこれにつぐこと、公営式場の割合が比較的高いところなどに、関東の他県との共通性がみられる。ただ、関東他県に比べて寺院葬や集会所の利用も比較的多い。

富山県（北日本新聞）2000年には寺院、自宅、集会所、葬儀会館に分散していたが、2010年は会館葬が96%で、ほぼすべてが会館葬へと変化した。

石川県（北國新聞）2000年には金沢市やその周辺で会館葬が多いものの、その他の地域では寺院、自宅、集会所などに分散して行われていた。こうした分散の傾向は北陸地域で共通している。しかし2010年になると、一部に集会所の利用が残るものの、会館葬が県内全体に普及

(85%)した。

福井県（福井新聞）2000年には自宅（39%）、寺院（22%）、集会所（21%）がいずれも会館葬（17%）を上回っていたが、2010年は葬儀会館が84%まで急速に上昇し、他はすべて10%以下となった。

山梨県（山梨日々新聞）2000年には自宅葬が6割近くに達し、残りの多く（34%）を会館葬が占めていたが、2010年には葬儀会館が9割以上となり、自宅葬はほぼなくなった。

長野県（信濃毎日新聞）2000年にはそれぞれ1割程度あった自宅と集会所の利用が2010年にはほぼなくなり、寺院葬も約2割（2000年）から約1割（2010年）に減少、2010年の会館葬は84%にまでなった。葬儀後の会食を重視する習慣からか、ホテルや会食・宴会場の利用もみられるのは長野県の特徴である。

奈良県（奈良新聞）奈良新聞では、奈良県と京都府相楽郡の人すべてを対象に死亡記事を無料で掲載すると紙面で公表している。2000年1月の紙面では、こうした死亡記事とともに大阪などの経済人の死亡記事が同じ欄に掲載されており、このうち奈良県在住者とみられる死亡記事のみを集計した。また2010年では、他府県からの掲載はなかったものの、故人のすべてに元警察署長や元小中学校長などの肩書がつけられていた。こうした死亡記事は、新聞社の方針によって掲載しているとみられるが、集計の対象とした。掲載数は2000年が47件、2010年は28件だった。2000年では自宅葬が半数近くあり、寺院や天理教の教会で葬儀を営むことも多くみられた。会館葬は2010年でも5割にとどまっており、寺院葬21%、自宅葬は大きく減少したものの集会所利用とともに14%と、分散した利用形態となっている。

島根県（山陰中央新報）寺院葬が最も多く、会館葬、自宅葬と続くが、それぞれ3割程度を占め、拮抗している。出雲大社があり、神道による神社での葬儀が他県に比べて多い。2010年

は掲載がなくなっていた。

広島県（中国新聞）2000年には掲載がなかったが、2010年では11%の掲載率があり、会館葬が9割近くを占めていた。2010年の中国新聞には山口県のうち岩国市などや、岡山県のうち笠間市や井原市、浅口市などの広島県寄りの地域の葬儀情報も掲載していた。岡山県では掲載率7%程度、うち98%が会館葬だったが、岡山県内で普及率が最も高い県紙ではないため本稿ではデータを採用しなかった。

香川県（四国新聞）2000年では、会館葬と自宅葬にほぼ2分されていたが、2010年には自宅葬が1割にまで減り、会館葬が9割近くを占めるまでになった。

愛媛県（愛媛新聞）香川県と同様に、2000年には約半数を会館葬が占め、残りはほとんどが自宅で行われていた。2010年には会館利用が9割以上となり、自宅は5%まで減少した。

福岡県（西日本新聞）北九州や福岡などの大都市ではなく、筑豊、筑後の両地域版で葬儀の情報が掲載されており、2000年の掲載率は7%だった。2000年の葬儀会館利用率は全国で最も高い73%、それ以外はほぼ自宅で占められた。2010年は地域版が国会図書館になく、集計できなかった。

佐賀県（佐賀新聞）2000年には自宅葬が半数以上を占め、寺院葬も1割程度あった。会館葬は38%で隣県の福岡や長崎と比べてかなり少なかったが、2010年には9割を超えていた。

長崎県（長崎新聞）会館葬は2000年で6割近く、他は自宅葬が多い。カトリック教会での葬儀が多いことから神社・教会の比率が他県と比べて高くなっている。2000年に30%あった自宅葬は2010年には5%になり、会館葬が89%までに伸びた。

以上の集計をもとに、会館葬の割合を県別に表したのが、図1（2000年1月）と図2（2010年1月）である。葬儀に関する情報が掲載されていたのは、2000年1月が21道県、2010年1

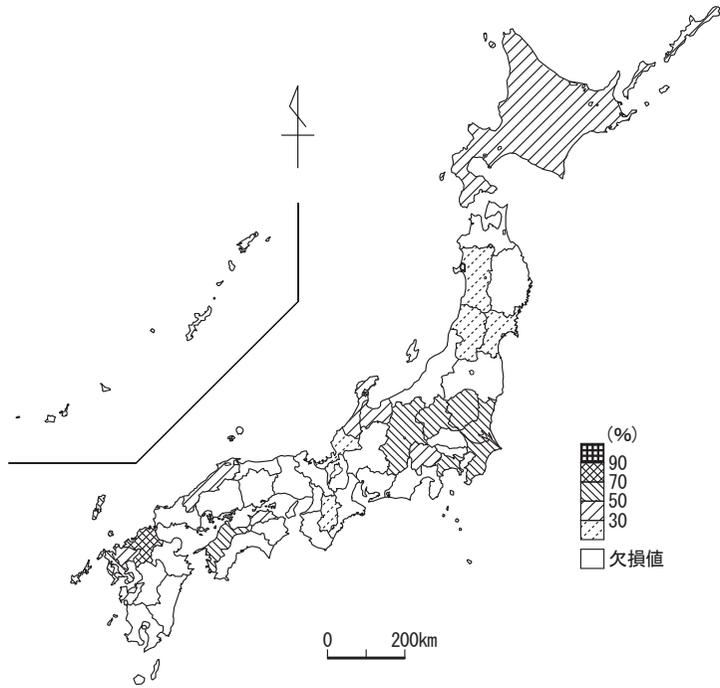


図1 都道府県別の葬儀会館利用の割合(2000年1月)

資料：各新聞より筆者作成

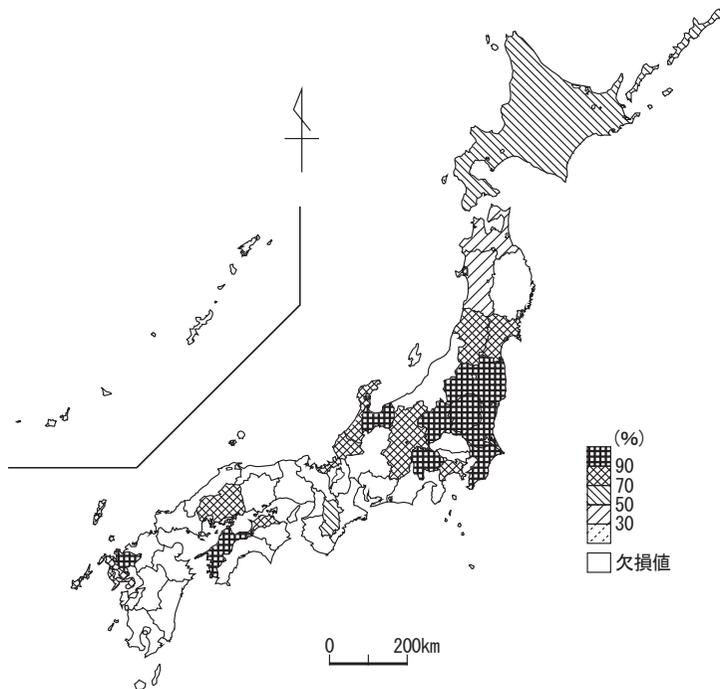


図2 都道府県別の葬儀会館利用の割合(2010年1月)

資料：各新聞より筆者作成

月が22道県だった。東海から近畿にかけての地域では、主要な新聞に葬儀情報が掲載されることはほとんどなかった。掲載された道県のみでは、2000年では関東地方や北九州を中心とした県で会館葬の割合が高かった。そして、2010年までの10年間で、北海道・北東北・奈良県を除く多くの県において、会館葬が9割前後まで増えた。

図3は2000年の各道県で10%以上の利用があった葬儀会館以外の葬儀の場所について整理したものであり、21道県のすべてがこの図に含まれている。このうち自宅葬だけが10%を超えたのは、神奈川を除く関東4県と山梨、四国の2県、佐賀を除く九州の2県となった。寺院葬が10%以上となったのは12道県で、このうち寺院葬・自宅葬が10%超となったのは東北地方の3県と奈良、島根、佐賀と、東西に分布した。また、寺院・自宅・集会所の3つで10%を超えたのは北陸の3県と長野、神奈川だった。自宅葬が10%に達しなかったのは北海道のみで、北海道だけは寺院と集会所の2つで10%超となった。

公営式場の利用は比較的関東で多く、なかでも茨城県と群馬県は2000年、2010年ともに上位を占めていた(表1、表2)。その他の地域で

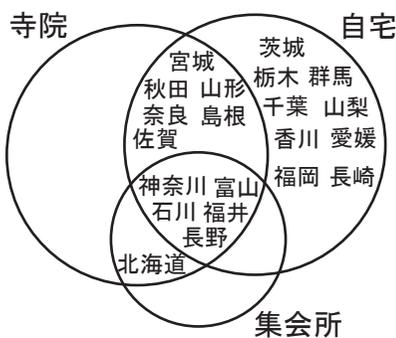


図3 寺院、自宅、集会所での葬儀が10%以上を占めた都道府県の分類 (2000年)

資料：各新聞より筆者作成

は公営式場がないか、あっても利用がごくわずかであり、地域性が強く表れている。このため、今回の分析で新聞から情報を得ることができなかった県でも利用の多い場合がありうると考えられ、さらに詳細な検討が求められる。

Ⅲ. さまざまな社会現象との関係

1. 社会現象に関する統計データとの相関関係

会館葬の割合と、社会現象に関する統計データとの相関関係を検討することによって、会館葬を増加させる要因を探る。寺石・寺石(2000)は、葬儀会館の利用を求める潜在的ニーズとして、自宅が狭くより広い場所を利用したい、自宅では準備や後片付けが大変である、自宅は交通が不便で駐車場もない、手伝いで近隣の人々に迷惑をかけたくない、寺院や形式に縛られたくない、などを指摘している。このほか、今後の高齢化と死亡者数の増加を見越した投資としての葬儀会館設置とその利用促進という葬祭業者側の要因も考えられる。これらの指標としてそれぞれ、自宅の延べ床面積、平均世帯人員、自動車保有台数、葬儀業従業者数、信仰・祭祀費と葬儀関係費の支出額、そして高齢者人口の都道府県別データを使用し、これと都道府県別の会館利用割合との関係をみていく。会館利用割合は全国的に増加の途上にあると考えられる2000年の数値を使用し、他の統計データはこれに近い時点のものを選んで比較する。

まず、自宅が狭くより広い場所を利用したいというニーズを検証するために、1999年の全国消費実態調査による、二人以上の世帯における住宅の延べ床面積と会館利用割合の関係を検討した。図4に散布図を示したが、相関係数は-0.559(有意確率(両側)は0.008で、1%水準で有意)で負の相関関係が認められた。自宅が広ければ葬儀会館を利用する必要がないとまでは言えないが、住宅が狭い地域では会館葬が多く、広い地域ほど葬儀会館利用割合は減少して

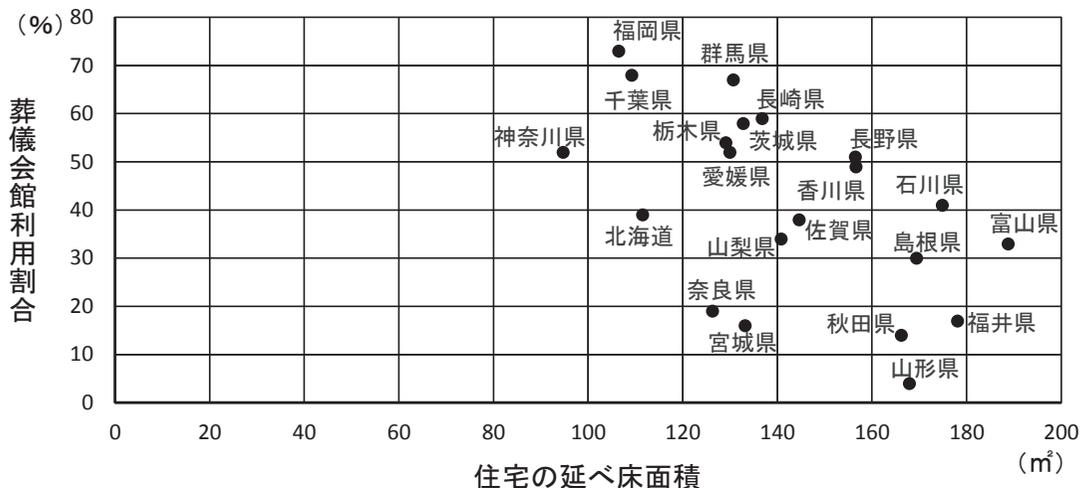


図4 住宅の延べ床面積（1999年）と会館利用割合（2000年）の関係

資料：全国消費実態調査（1999年）、各新聞より筆者作成

注：二人以上世帯について集計

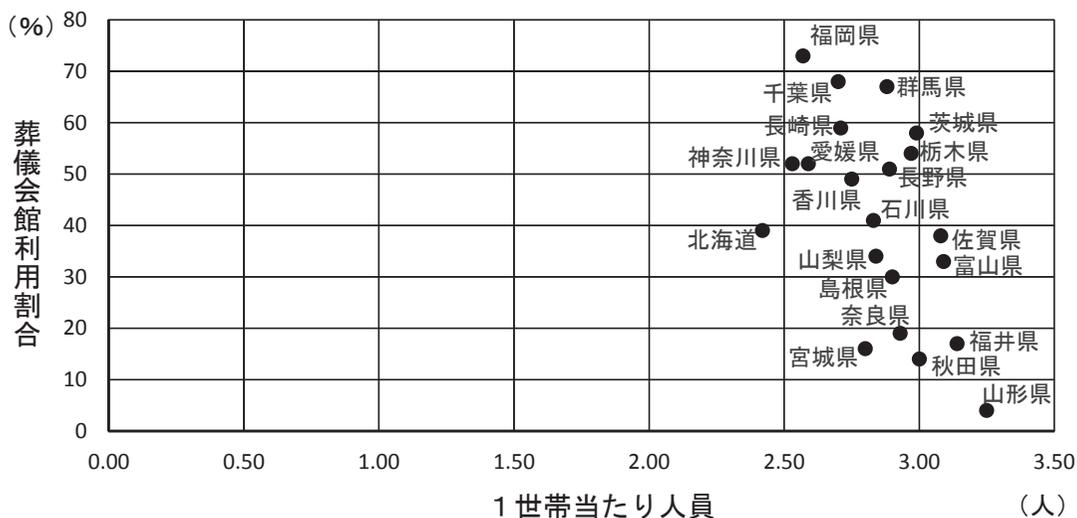


図5 1世帯当たり人員と会館利用割合（2000年）の関係

資料：国勢調査（2000年）、各新聞より筆者作成

いく傾向にある。

次に、自宅での準備や後片付けの大変さとの関係について、2000年の国勢調査による1世帯当たりの人員と会館利用割合の関係をみた(図5)。相関係数は-0.553であり(有意確率(両側)は0.009で、1%水準で有意)、ここでも

負の相関関係が確認できる。1世帯当たりの人員が多い地域では葬儀会館の利用が少なく、核家族化が進み世帯人員が減少するにつれて葬儀会館の利用が多くなる傾向にあるといえる⁶⁾。

さらに、駐車場を確保する必要性から葬儀会館が利用されるようになるのではないかと

点から、1999年の全国消費実態調査により1,000世帯当たりの自動車保有台数と会館利用割合との相関関係をみた。相関係数は-0.334となったが有意確率(両側)は0.139であり、両者に有意な関連は認められなかった。

図6は、2001年の事業所・企業統計調査と同年の人口動態統計から計算した死亡者100人当たりの葬儀業従業者数と葬儀会館利用割合の関係をみたものである。指標として葬儀業従業者数を選んだのは、近隣の人々に迷惑をかけないように葬儀社のサービスを利用するようになれば、葬儀業従業者数が増加すると考えたためである。相関係数は0.672で、葬儀会館利用割合との間に正の相関関係(有意確率(両側)は0.001で、1%水準で有意)がある。ただし、必ずしも従業者数の増加が要因となって葬儀会館の利用が増えるとは言えず、逆に葬儀会館が増えることによってそこで働く従業者数が増加していくとも考えられる。どちらが原因でどちらが結果となるのかはこれだけではわからない。

寺院とのつきあいの希薄化との関係については、1999年の全国消費実態調査から二人以上の一般世帯における信仰・祭祀費支出額と、同じ

く二人以上の一般世帯における葬儀関係費を1世帯の一月当たりでみた。信仰・祭祀費では、寺院の維持費や神社の氏子費、墓地の管理料など寺院をはじめとする宗教者への日常的な支出から、寺院(菩提寺)などとの関係の強弱と、葬儀会館利用割合の関係を明らかにしようと試みた。相関係数は-0.423だが有意確率(両側)は0.056で、両者に有意な関係は認められなかった。いっぽう葬儀関係費には、葬儀と法事の際のお布施や戒名料のほか葬祭業者への支払いも含まれ、寺院など宗教者との関係だけに限定されるわけではない。葬儀会館利用割合との相関係数は-0.159だが有意確率(両側)は0.492で、こちらも両者の相関関係は有意ではなかった。

最後に、2000年の国勢調査による後期高齢者(75歳以上)人口と葬儀会館利用割合の相関関係を検討する。相関係数は0.478で、正の相関関係(有意確率(両側)は0.028で、5%水準で有意)が確認できる(図7)。葬祭業者は高齢者人口の多い地域に葬儀会館を立地させようとすると考えられ、高齢者が多く住んでいれば葬儀会館の利用割合も増える傾向にあるといえる。

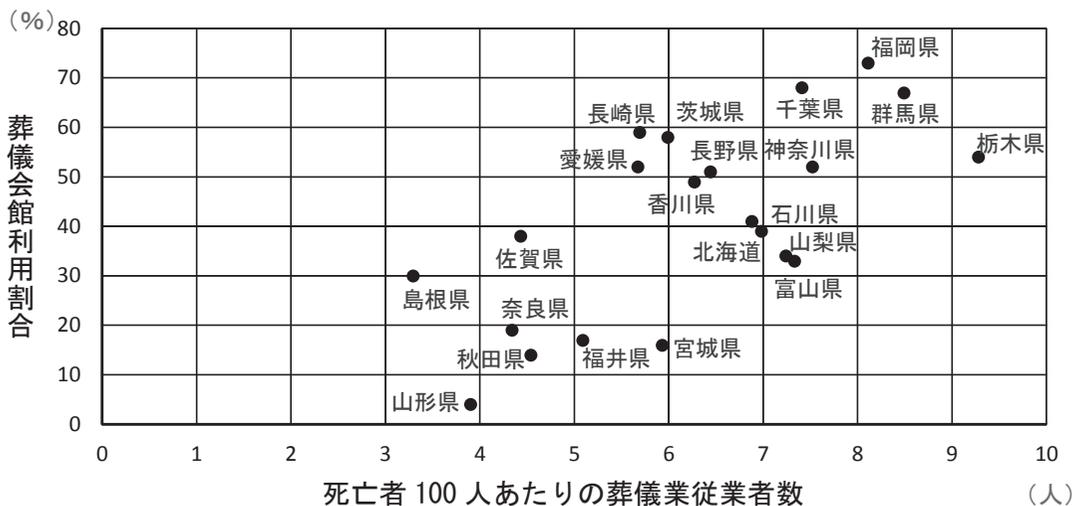


図6 葬儀業従業者数(2001年)と会館利用割合(2000年)の関係

資料：事業所・企業統計調査(2001年)、人口動態統計(2001年)、各新聞より筆者作成

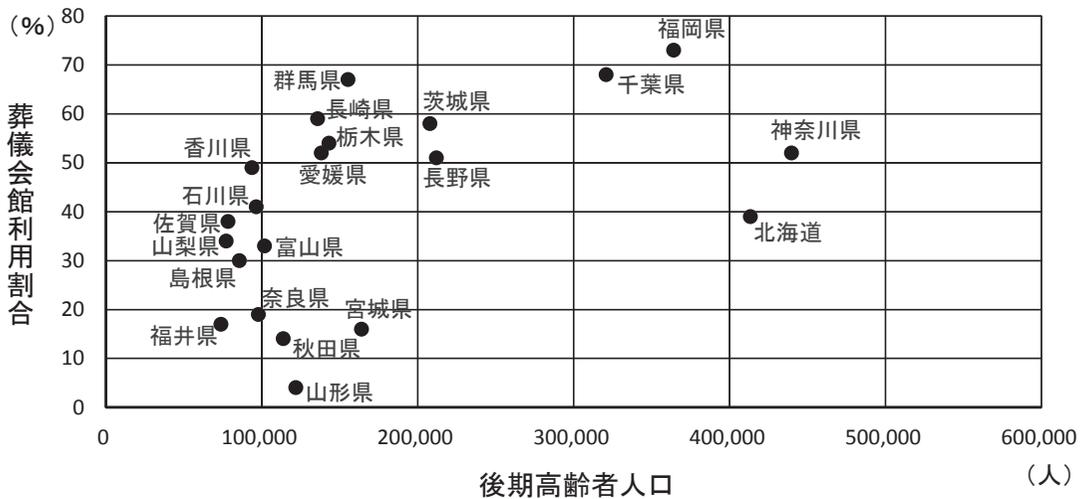


図7 後期高齢者人口と会館利用割合の関係 (2000年)

資料：国勢調査 (2000年)、各新聞より筆者作成

2. 葬儀業従業者数と葬儀会館利用割合の関係

ここでは、前節で原因と結果の関係が明確にならなかった葬儀業従業者数と葬儀会館利用割合について、さらに詳しく検討する。図8は、2001年の事業所・企業統計調査と同年の人口動態統計から計算した死亡者100人当たりの葬儀業従業者数と、2000年の葬儀会館利用割合の関係を散布図に表し○印で示すとともに、2012年の経済センサス活動調査と同年の人口動態統計から計算した死亡者100人当たりの葬儀業従業者数と、2010年の葬儀会館利用割合の関係を散布図に表し▲印で示したものを同じ座標平面上に描いたものである。さらに、10年間で各道県の数値がどのように変化したのかを示すために、対応する○と▲を直線で結んだ。ここで、2012年の葬儀業従業者数と2010年の葬儀会館利用割合の相関関係は相関係数0.273、有意確率 (両側) 0.220となっており、両者の有意な関連は認められなかった。○印で示された散布図の相関係数は有意だが、▲印の相関係数が有意ではなくなったのは、2010年 (▲印) には多くの地域で葬儀会館利用割合が上限値に達してしまったことも一因であろう。

図8をみると、福井県の2012年の葬儀業従業者数の値が突出しているが、これは特異な値として除外して考える。その上で、○から▲へ延びる直線の向きに注目すると、まず縦軸方向ではすべて下から上に向かっており、すべての道県で会館利用割合が増加している。その割合は2010年には多くの道県で8割を超えていることがみてとれる。一方、横軸方向については、○で示された2001年の葬儀業従業者数の7人付近で傾向が分かれている。6人の付近にある (下から) 宮城県、香川県、長野県、茨城県などは▲に向かって増加傾向を示す右向きの直線が引かれているが、それより右側の7人付近にある (下から) 富山県、山梨県、北海道、石川県、神奈川県、千葉県では、千葉県がわずかに増加傾向 (0.28人) を示す右向きの直線となっているものの、それ以外は従業者数の減少を示す左向きの直線となっている。2001年の従業者数が8人以上の群馬県と栃木県の○をみても、群馬県ではごくわずかな増加 (0.05人) がみられるもののほぼ変化はなく、栃木県は大きく減少している。このことから2001年の死亡者100人当たりの葬儀業従業者数が7人前後

会館葬以外では寺院と集会所が利用されていた。

次にここで示された2000年の葬儀会館利用割合と関連する可能性のある、社会事象の統計データとの関係を検討した。葬儀情報が掲載されていた都道府県は半分に満たなかったが、より高い精度の資料が得られ、他の統計データとの比較も可能となった。その結果、葬儀会館利用割合の増加要因と考えられるのは、住宅の小規模化と、世帯人員数の減少であることがわかった。逆に、寺院との関係の希薄化については、信仰・祭祀費や葬儀関係費を検討したが、会館利用割合との有意な関連は見いだせなかった。また、自動車保有台数の増加にも、会館利用との間に有意な関連は認められなかった。

また、葬儀会館利用割合と正の相関関係が認められたのは、高齢者人口との関係、および葬儀業従業者数(2001年)との関係においてであった。高齢者人口との関係では、後期高齢者が多い地域ほど会館の利用割合が高くなる傾向が確認された。葬儀業従業者数との関係では、互いが他の原因となって、従業員数と葬儀会館利用をともに増加させていると考えられた。そこで、この二者の関係が2000年から2010年にかけてどう変化したかを検討したところ、従業員数の増加が先に起きて要因となり、葬儀会館利用が増加する傾向が示唆された。筆者は藤岡(2018)において、宇都宮市を事例とした葬儀の場所の分析により、「宇都宮市でも、2000年頃までに葬儀関連の従業者数が大きく増加したが、葬祭業者が運営する葬儀会館は、この従業者数増加のあとを追うように近年まで増加傾向を示している」と述べた。本稿においては、葬儀会館の数と葬儀会館の利用割合という違いはあるものの、宇都宮市におけるのと同様の傾向が、他県でも確認できた。

しかし、葬儀会館利用割合の増加と関わる社会事象は、本稿で検討したものにはとどまらない。また、本稿で相関関係が認められなかった社会事象についても、別の統計データを利用す

れば結果は異なる可能性がある。統計データとの比較はまだ不十分であると言わざるをえない。葬儀業従業者数と葬儀会館利用割合の関係についても因果関係の証明にはより詳細な検討が必要である。会館利用割合の増加の要因と考えられる住宅の小規模化や世帯人員の減少、葬儀業従業者数の増加のそれぞれがどの程度の強さで影響しているのか、その度合いも明らかになっていない。また、本稿では都道府県単位での分析を行ってきたが、葬儀の場所の選択は、大都市部と郡部では大きく異なっていた。葬儀はその習俗の地域性が強く、地域性によって場所の選択が規定されることも考えられる。市区町村単位など、より狭い範囲を対象としてその地域の葬儀習慣と葬儀の場所の変化の関係を検討するなど、さらなる研究の積み上げも必要となる。このように、まだまだ多くの課題が残されている。

注

- 1) 家族葬とは、家族やごく親しい友人などだけでごんまりと営む葬儀を表す。2000年ごろから使用されるようになったとされる。
- 2) 葬儀専用の集会施設は、斎場、葬儀場、葬儀会場、葬儀会館、セレモニーホールなどの呼称があるが、本稿では葬儀会館に統一する。
- 3) たとえば、田中(2014)を参照。
- 4) 小谷(2017)は、65歳以上がいる世帯のうち三世帯世帯が占める割合は大きく減少し、夫婦二人暮らしか、ひとり暮らしの高齢者が半数を超えていると指摘している。
- 5) 和歌山県で発行部数が最も多い地方新聞は、メディア・リサーチ・センター編(2017)によると夕刊紙の紀伊民報で、同紙には2010年1月時点で少数ながらお悔やみ欄に葬儀情報が掲載されていた。ただ、地域が串本町やその周辺に限定され件数も13件と少なかったため、今回の集計には加えなかった。
- 6) 住宅の延べ床面積と世帯人員の相関関係を都道府県単位でみると、相関係数は0.738(有意確率(両側)0.000で1%水準で有意)となって、強い正の相

関関係が示される。これは当然の結果とも考えられ、これら2つは核家族化という1つの社会現象としてとらえるのが適当かもしれない。

文献

- 一般社団法人日本ABC協会 2018. ABC report 新聞普及率, 2017年7~12月.
- 小谷みどり 2017. 『〈ひとり死〉時代のお葬式とお墓』岩波書店.
- 総合ユニコム 2017. 『葬祭業エリアマーケティング&消費者意識調査データ総覧』総合ユニコム.
- 田中大介 2014. 「葬儀サービスの多様化」 互助会保証株式会社・一般社団法人全日本冠婚葬祭互助協会編『冠婚葬祭の歴史 人生儀礼はどう営まれて

きたか』水曜社.

- 寺石雅英・寺石悦章 2000. 地域の宗教的特性と葬儀市場の競争構造—斎場建設ブームがもたらすもの—. 群馬大学社会情報学部研究論集 7, 225-236.
- 福田 充・八木澤壯一 2006. 葬儀業としての会館葬儀の普及と変化について. 共立女子大学家政学部紀要 52, 33-44.
- 藤岡英之 2018. 喪家による葬儀の場所選択の変容—1990年代以降における「下野新聞」お悔やみ欄の分析から—. 人文地理 70 (1), 49-71.
- メディア・リサーチ・センター編 2017. 『雑誌新聞総かたろぐ2017年版』メディア・リサーチ・センター.

沖縄本島北東海岸で見られる海草海藻群落の分布状況

安藤 将吾

本学地理・環境専攻 2018年3月卒業

I. はじめに

サンゴ礁地形は、造礁サンゴがもたらす環境、海草・海藻群落がもたらす生物の多様性、集落などから高波による被害を軽減する役割などを持つ。そのため人文地理学の分野でも、人との生活や文化に深く結びつく地域として触れられてきた。渡久地 (2017) は、漁場として漁労活動の研究を行う生態人類学からの刺激を受け、サンゴ礁民族分類が発展してきたことを指摘した。サンゴ礁地形の民族分類から、科学的分類との対応関係が深くなる点でも人と地形の密接な関係がテーマとして取り上げられることも多い。

サンゴ礁を様々な角度から研究されている中で本論文では、その中でも海草と海藻に着目し研究を行った。海草 (sea grass) は、海域に生息する種子植物を総称しているものである。海草と海藻は区別する際、前者を「うみくさ」と呼ぶことが一般的である。海草は進化の過程で一度、陸に進出した後再び海域での環境に対応し今に至っている。そのため、根を砂質の海底に固定し生育することが分かっている。一方で海藻類について、吉田 (1984) によれば、ホンダワラ類は褐藻のうちコンブ類に次いで大型の種類からなり、外見上、根・茎・葉のような部分に分化し、葉の変形と考えられている気泡を持っている。この仲間の植物は、温帯では沿岸岩礁地帯しばしば大きな海中林 (ガラモ場) を形成する。また、基物から離れた個体が海面を浮漂して、いわゆる流れ藻となることもある。水産的観点からの重要性以外でも、バイオマス資源として、また、アルギン酸含有植物として

も関心もたれるようになってきた。両者の共通点は浅海域で生息し、生物における重要な生息域になっている。台風などの自然的な影響や陸域開発などの人為的影響を大きく受け、短期間での変化も大きい。季節変化についても冬季に減少し、夏季に分布が広がることが知られている。

海草・海藻対象とするテーマは既存の研究により、沖縄本島の東海岸では、周辺の地形と気候などの要因により西海岸より多くの海草・海藻群落が発達する事が分かっている。調査対象とした二つの海岸は沖縄本島東海岸に位置する。例えば今回調査対象として選んだ嘉陽では、1994年の環境省による調査で嘉陽、嘉陽南を合わせ14haの面積を持つ海草藻場がある事が分かっている。これは、沖縄本島全体海草藻場1,282haの約1%にすぎない。しかし、ジュゴンの餌場やウミガメ産卵地であることをはじめ、ある程度の規模を持った海草と海藻群落が確認されており、重要な地域であることに変わりない。更に沖縄本島の東岸と西岸の面積を比べた時の東岸の割合は、ホンダワラ藻場面積は99.4%であり、海草藻場面積は90.6%と西岸の分布量を圧倒している。当真ほか (1991) は東海岸の海藻草類現存量が突出して大きい理由として、地形的に藻場の生育に適当な水深を有する面積が広いことを挙げた。また、島軸がNE~SWにあることで、冬季の季節風 (N~NE) から遮蔽していることも年間を通して海草海藻群落 (以下海草藻場と記す) が生息しやすい環境の一因として述べられた。このことから筆者は、沖縄本島東海岸全体の海草藻場の現状を分析するサイトとして嘉陽海岸と赤崎海岸

が十分な役割を果たすと考えた。

二つの海岸を指標として選んだ理由として、赤崎海岸は北東方向に面する海岸であり一方、嘉陽海岸は南東方向に面する海岸である。そこから東海岸でも波浪や強風による影響が違う環境を持つと推測した。その中で一つの海岸規模でサンゴ礁全体の藻場を観測できる規模である、嘉陽のサンゴ礁と赤崎のサンゴ礁の2地域について比較を含めて調べることにした。

近年の海草と海藻についての研究として、現地調査と空中写真の比較を試みた研究として、吉田ほか(2007)の飛行船型係留気球とモニタリング調査を同時期に行ったものがある。これにより撮影された画像は、面積 1m^2 以上の海草のパッチの挙動や頻度分布の変化を検査することができることが分かった。一年毎の撮影も行っていることから短期間の変化をとらえやすいことも成果の一つである。最近では研究が進む中で、UAV(いわゆるドローン)を使った高解像度の空中写真を使い、高頻度かつ精度の高い研究が短時間にできるようになった。長谷川(2014)では、UAVを使った高解像度空中写真の活用する事例を示した。同論文では、UAVをサンゴ礁浅海域で使うことで造礁サンゴ群体・海草・海藻などの被覆物が既存の空中写真や衛星画像より鮮明に識別できることが示された。UAVは飛行ルートの設定や高度を一定に飛行させる事が容易なため、より均一なデータが取得できる。

これまで記載した先行の研究では、空中写真を用いて変化や特徴を求める方法が一般的と判断できる。しかし、高度の高い既存の空中写真の分解能から判読しているため、細かな藻場を統合してしまっている可能性がある。もう一つの方法であるモニタリング調査を含めた水域での現地調査は、陸上とは違い面積の算出が困難であると考えられる。そのため、今回の調査では現地でのモニタリング調査の他に解像度の高いUAVから撮影した画像を用いることで詳細

な分布図を作成し、そこから海草・海藻藻場の分布と面積変化を空中写真判読と測線調査の二つによる観点から同時に捉えることを目的とした。

II. 調査地域の概要

今回調査する海岸は、北から赤崎・嘉陽であり、本島北部の東海岸に位置する(図1)。調査した海岸のうち、赤崎海岸(写真1)は沖縄県国頭村位置する太平洋に面した自然海岸である。海岸の背後には比高20~30mの崖が存在し、後方には集落や農地がない。今回調査対象としたのは、赤崎という岬より南に位置する。この場所の浜には海岸の名称を調べた限り無いため、本論文ではこの海岸を赤崎海岸と呼ぶこととする。

沖縄県名護市に位置する嘉陽海岸は、沖縄本島の中でも海草藻場が多く繁茂する場所である。その環境からジュゴンの餌場になり、同地域は海草藻場を餌とするジュゴン生息域としての北限の地となっている。2002年に自然保護団体や北限のジュゴン調査チーム・ザンの呼びかけで、市民参加型のジュゴンを含めた海草藻場のモニタリング調査が他の海岸より短い頻度で行われてきた。嘉陽海岸の位置は大規模な海草藻場を有する辺野古に近く、隣接する大浦湾の埋め立てにより環境の悪化する恐れがある。また同海岸は、大浦湾に繁茂する海草藻場(瀬嵩南)の面積と同等の規模の藻場を有する。

海岸の植生は浜の終わり部分が樹高150cm程のマクマオウの幼木が群生している。そのほかの植生として、グンバイヒルガオが多く見られた。護岸はセットバック護岸¹⁾が集落の前面にあり、その後方には飛砂防止のために設置されたネット・防砂林がある。護岸に関しては、2007年・2012年に起きた台風により前述の護岸工事が進められてきた。

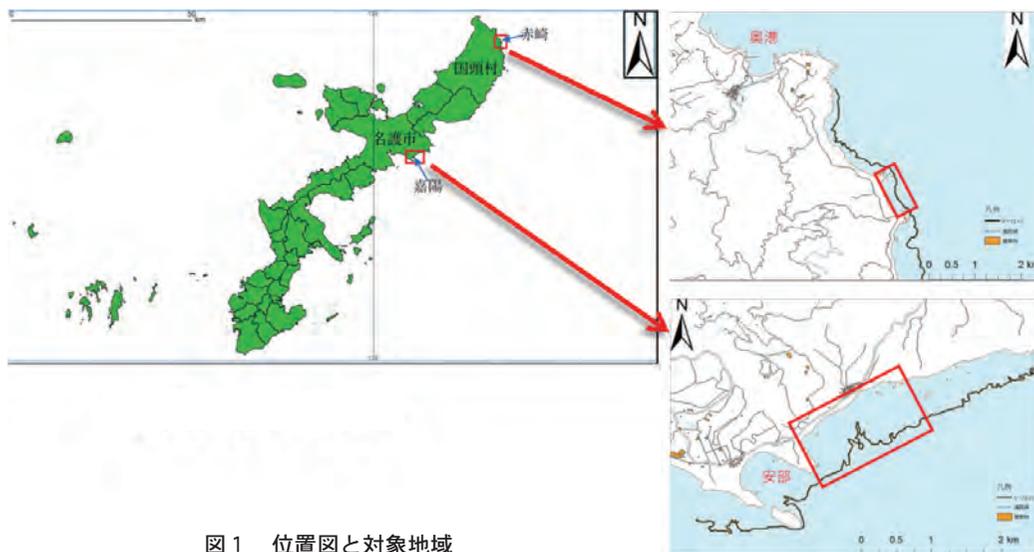


図1 位置図と対象地域



写真1 赤崎海岸全体の斜め写真(2016年撮影)

Ⅲ. 調査内容

1. 調査方法

調査方法は以下の2つに大きく分けて行った。

1) 空中写真判読

国土地理院にて撮影された空中写真の1971年から1993年の5~6時期の空中写真を使い幾何補正後、GISソフトを用いて分布図を作成し

た。分布図はホンダワラ藻場と海草藻場の2種類を反映したものになる。作成した分布図はポリゴン内の面積を求め、各年代の面積の変化を調べた。

2) 現地調査

UAVで空撮を行い得られた空中写真を1と同様に分布図を作成しそれぞれの時期毎の変化を比べた。測線調査では、空中写真の分布図作

成に伴い、より細かい分類を行うため、現地にて代表箇所でのモニタリングを行った。更に、水中写真と深淺データを取得した（深淺データは水圧計を使い水深へ変換した）。モニタリングはシュノーケルによって海草と海藻の種類・定性的な被度と規模・優占種・底質などの確認を行った。

2. 既存の空中写真について

今回使用した空中写真リスト（表1・2）は下記の通りである。同じ整理番号でもコースによって日時が多少違うデータがあるため※印で補足し、主に使った分を一番上に表示させている。判読には縮尺が大きいほど精度が上がる。それ以外にも天候の関係で太陽光の反射する場所と雲が重なる場所のデータ、同様に波浪の影響で対象がうまく写されていない場所のデータは

使用していない。嘉陽地区に関して2005年（カラー）・2001年（モノクロ）のデータは存在するが、撮影高度が他の画像に比べ高い。そのため解像度も低い。この二つの画像からは、藻場の有無は確認できるが分布図作成には適さない。同様に米軍が撮影した空中写真についても焦点が明記されていないため、縮尺が求められないことや解像度が低いため調査に使用していない。

国土地理院が撮影した空中写真は、位置情報を持たないため、別途位置情報を付与する必要がある（幾何補正＝ジオリファレンス）。通常処理した画像は、ジオリファレンス後オルソ処理を行うが、UAVで撮影された空中写真と重ね合わせたとき、分布図作成に支障が出ない程度マッチングしていた。更に海域部分などの標高の値が限りなく低く、波の影響が上回ってしまう環境でのオルソ補正は有用ではないと思われる

表1 嘉陽地区の使用空中写真リスト（空白は上の値と同じ値）

嘉陽地区	撮影日時	高度 (m)	縮尺	
1	1971年5月16日	3,300	20,000	モノクロ
2	1973年2月10日	5,600	37,000	モノクロ
3	1977年12月7日	1,600	10,000	カラー
	※1978年3月7日			
4	1980年11月10日	3,000	20,000	モノクロ
	※1980年12月3日			
5	1988年12月4日	3,100	20,000	モノクロ
6	1993年6月4日	1,750	10,000	カラー

表2 赤崎地区の使用空中写真リスト（空白は上の値と同じ値）

赤崎地区	撮影日時	高度 (m)	縮尺	
1	1971年3月21日	3,300	20,000	モノクロ
	※1971年4月29日			
2	1978年1月7日	1,600	10,000	カラー
3	1982年9月26日	3,000	30,000	モノクロ
	※1982年9月27日			
	※1982年6月4日			
4	1989年3月15日	3,100	2,000	モノクロ
5	1993年6月3日	1,800	10,000	カラー

た。そのため今回の空中写真では、オルソ処理を行わなかった。ジオリファレンス機能は、GISソフト「ArcGIS」または「QGIS」の解析ツールを使用し、位置情報を付与した。

一方、UAVで撮影した空中写真は国土地理院の空中写真がジオリファレンスだけでマッチングしているが、精度を確保できているか確かめるため、SfM (Structure from Motion) ソフト「Agisoft PhotoScan」を使用し、写真測量を行うことで、オルソモザイクを作成した。これに精度を高める為、地上にGCP (Ground Control Point) パネル (= 対空標識) を置き、撮影された空中写真から確認できるGCPパネルの位置情報と高度を付与することで画像を正規化するものである。今回使用したGCPの位置情報と高度は2014年に長谷川均氏が計測した座標データを一部使用して作成した。

3. 空中写真判読方法

空中写真から海草藻場とホンダワラ類の分布を調べる際、間違えやすい対象として、小規模の藻場や被度が低い海草藻場、パッチ状の造礁サンゴ群落とパッチ状のホンダワラ類藻場、判別しづらい点が挙げられる。これらの判読基準として、輪郭が曖昧か鮮明かの違い。色の違い、輪郭や色は底質に影響を受ける場合があり、分解能が高い画像でも判読できるとは限らない。あらかじめ判読しづらい箇所を見つけておき、水中写真と目視で直接確認することで、より信頼性の高い判別を試みた。同時に多くの藻場が数種類で構成されているものであったので、優占種とそれ以外の種名を確認した。その際調査の関係上、全ての調査域で目視確認を行うことはできないので、空中写真から判別しにくい模様(パターン)の場所をいくつか見ることによってそれに似た場所を指標として測線上をなるべく通るように割り振ることにした。水中写真には撮影時刻データが含まれているので、別途測線調査に持参したGPSロガーから同じ時刻

のトラックポイントを撮影場所とした。これにより調査後に解析する際、判読しにくい空中写真と水中写真を正確にリンクさせることができる。

4. UAV撮影範囲と測線調査について

画像を判読するうえで一般的に高度の低い画像が解像度も高くなるため、詳細な判読が可能になる。しかし海域での撮影を行う場合一枚あたりのハレーション面積が大きくなり、解析することが困難になってしまう。そのため今回の調査では高度120mから撮影することにした。赤崎に関しては、嘉陽の調査範囲より低いことから高度100mで飛行を実施した。

オルソ画像を作るためには、写真のオーバーラップ率を60%以上にしなければならない。更に陸域で撮影するより多くのハレーションが出ることで映らない部分ができることを想定し、75%で飛行させることにした。今回の調査のフライト回数は嘉陽で6回、赤崎では3回行い、測線調査は嘉陽で3本、赤崎で1本を予定し、調査にあたった。

IV. 結果

1. 本調査で確認できた海草・海藻

分布図を作成するうえで対象地に見られた海草と海藻の種類や学名を以下のリストに示す。

種名の判別は、空中写真では行えないため測線調査から目視確認または水中写真のデータから葉の形を参考に判別を試みた。海藻類は、少なくとも3種類生息していた。それらは、ホンダワラ (*Sargassum fulvellum*)、トサカモク (*Sargassum cristaefolium*)、ラッパモク (*Turbinaria ornata*) と思われる。赤崎の測線調査では、2017年の空中写真からも分かるように藻場が確認できない。更に、測線調査当日は波が高く安全を考慮したため、線から10mほど先までしか海中の様子を確認することができなかった。

表3 測線調査時確認した海草・海藻

No.	海草・海藻	和名	学名	現況の有無
1	海藻 (sea weed)	ホンダワラ [3種類]	<i>Sargassum</i>	嘉陽○赤崎○
2	海草 (sea grass)	ウミヒルモ	<i>Halophila ovalis</i>	嘉陽○赤崎×
3	海草 (sea grass)	リュウキュウスガモ	<i>Thalassia hemprichii</i>	嘉陽○赤崎×
4	海藻 (sea weed)	ウスユキウチワ	<i>Padina minor</i>	嘉陽○赤崎不明
5	海藻 (sea weed)	カイメンソウ	<i>Ceratodictyon spongiosum</i>	嘉陽○赤崎×
6	海草 (sea grass)	ボウバアマモ	<i>Syringodium isoetifolium</i>	嘉陽○赤崎×
7	海草 (sea grass)	マツバウミジグサ	<i>Halodule pinifolia</i>	嘉陽○赤崎×



写真2 被度が多いリュウキュウスガモが優占種の群落と被度の少ない海藻・海草混合部分の境界

写真2のように群落の境目に段差が発生する理由は、台風などの波浪により被度が少ない地域の海底が攪乱したためである。リュウキュウスガモは海草の中でも特に地下茎が太く、深くに根付くため藻場内の底質を安定させる働きが強い。これにより明瞭な段差が生じる。

2. 底質区分図

調査地域の礁原内には底質の状況で海草藻場とホンダワラ藻場の生息域に影響を与えることが予想される。このことから、あらかじめ底質

を区分し、どの底質に藻場が多く見られたか図を用いて示すことにした。

底質の定義

測線調査と空中写真判読により、底質のパターン分けを次のように行った。①「砂床Ⅰ」海岸付近に見られる粒径が小さい砂質堆積物からなる区域。②「パッチ状礁岩+砂地Ⅰ」ポリゴン内にパッチ状礁岩と砂地Ⅰが入り混じっている区域。③「砂床Ⅱ」凡例の違う砂床より沖合に見られ、前者より粒度の大きいサンゴ片が多く混じった堆積物からなる区域。礁岩の上に

薄く堆積していることが多い。④「礁岩露出部」礁嶺を含むほとんど堆積物がない区域。

以上の4つに分け、赤崎では岩場とビーチロックが確認されたので二つの凡例を加え分布を作成した(図2、3)。

嘉陽海岸と赤崎海岸の底質を比べた結果、赤崎海岸の底質で砂地Ⅰの面積が少ない事が分かった。赤崎海岸では他に、砂地Ⅱが海岸の南側に大きく分布し汀線付近まで分布が広がることが確認された。

嘉陽海岸では集落前方(海岸の北東側)のパッチ状礁岩+砂地Ⅰ分布域が幅広く最大400m前後の幅がある事が確認できた。一方集落より南西側では、砂地Ⅰから直接砂地Ⅱに変わる所も存在した。クチ(サンゴ礁の切れ目=外水道)付近では、両海岸ともに底質が細かく分かれることや砂地まで切り込むことから空中写真で見るとより分かりやすく確認することができる。

3. 嘉陽海岸の調査・分析結果について

まず2017年撮影の空中写真を含め、7時期の空中写真から作成した分布図を基に嘉陽海岸では見比べて分かったことについて年代順に記す。1993年の海草藻場現況は礁原付近に見られない。

1971年の分布図(図4)では、海草藻場とホンダワラ藻場の両方の分布が確認された。分布の特徴として集落前方の海岸北東側海域より南西側の藻場の方が大規模で密集した分布傾向がつかめた。1973年(図5)になるとホンダワラ藻場の分布が確認できなくなる。しかし、撮影日時が1971年は5月なのに対し、1973年は2月であり春季と冬季の季節変化であると示唆される。海草藻場の大きな面積変化は無いが沖合にあった分布域の一部減少が見られる。集落寄りの海域は海草藻場の面積拡大が見られた。次に1977年(図6)は、1971年の分布域ほどではな

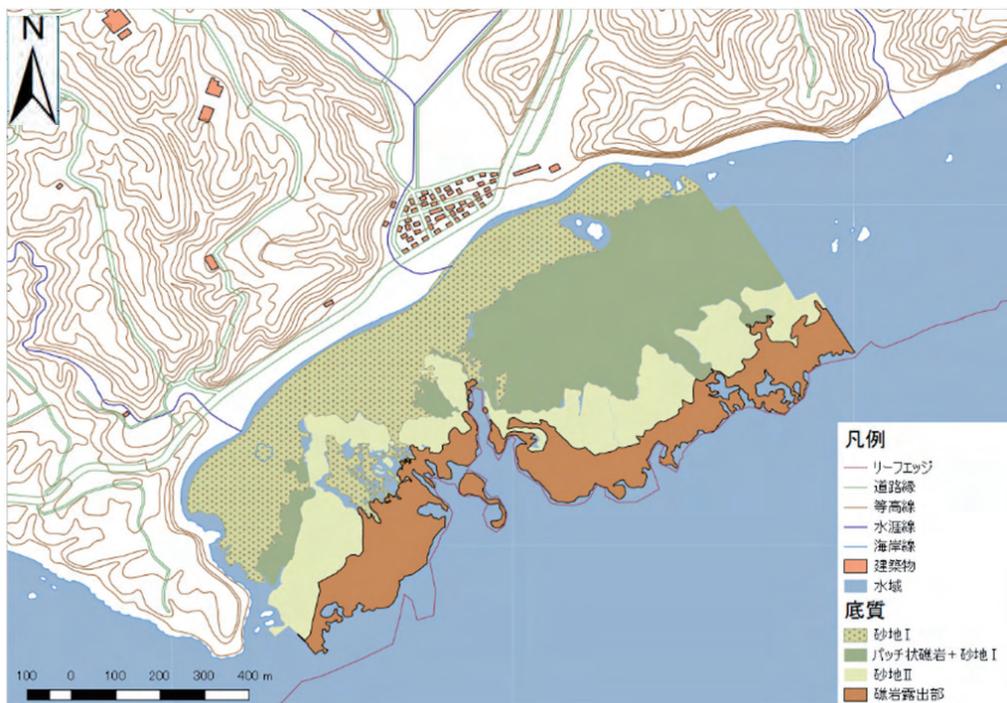


図2 嘉陽海岸の底質区分図 2017年8月嘉陽UAV空中写真より作成

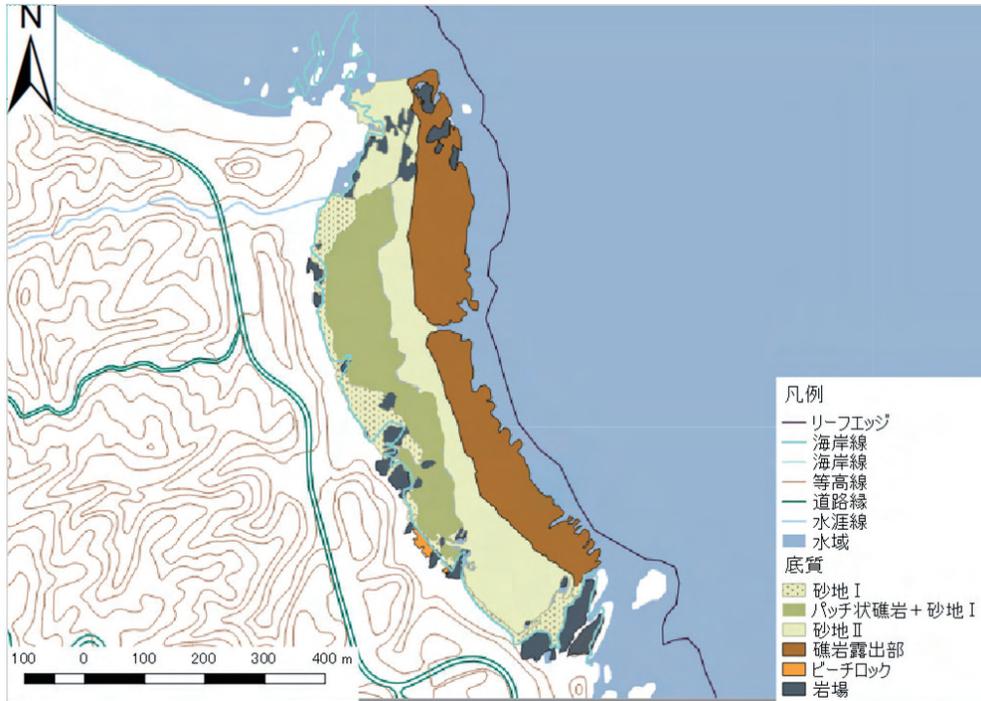


図3 赤崎海岸の底質区分図 2017年8月赤崎UAV空中写真より作成

いが再び、ホンダワラ藻場の分布が確認されるようになる。海草は沖合に分布域を拡大した。1977年に撮影されたのは12月初旬（7日）の冬季であり、12月まではホンダワラ藻場の分布が可能なことを示す。1977年の空中写真はカラー写真で撮影高度も低く解像度が高いため、他のモノクロ写真と比べると海草とホンダワラの有無が明瞭に確認できた。1980年（図7）はホンダワラ藻場が確認することができなかった。1980年の撮影時期は11月初旬（10日）であり、単に季節変化だけで説明するのは難しい。海草藻場は、1977年の分布域と面積はほとんど変わらない。1988年12月4日の分布図（図8）は、海草とホンダワラ藻場の両方が確認でき分布傾向は、1977年の分布状況に似ている。1993年（図9）はホンダワラ藻場が存在せず、海草藻場の分布域は、1988年に近いことが分かった。

嘉陽7時期の分布図（図4～図10）から言える全体の共通点として、海岸付近に海草藻場が

分布していた点があげられる。海草は近いところで汀線から50m辺り沖合から生息し、約300m沖合まで分布することが確認できた。ホンダワラ藻場は海草より沖合に生息し、汀線より300沖合から500m沖合までの範囲に分布していた。

全体的な変化として比べた場合、両方の藻場は変化していたが、海草の分布変化量はホンダワラ藻場比べると小さい。ホンダワラは変化が大きいと言い換えると小さい規模のホンダワラ藻場が見られる時期がなく、ホンダワラ藻場が存在する時期は複数の群落が礁嶺付近に見られる。全体を通して一番海草藻場の面積が拡大した時期は2017年で15.456haとなり、ホンダワラ藻場が一番拡大した時期も2017年の8.716という結果になった（図11）。ホンダワラ藻場の分布が確認されなかった年は、1993年、1980年、1972年の3時期で季節的同一性は見られない。一方、海草藻場が確認できない時期はなかった。

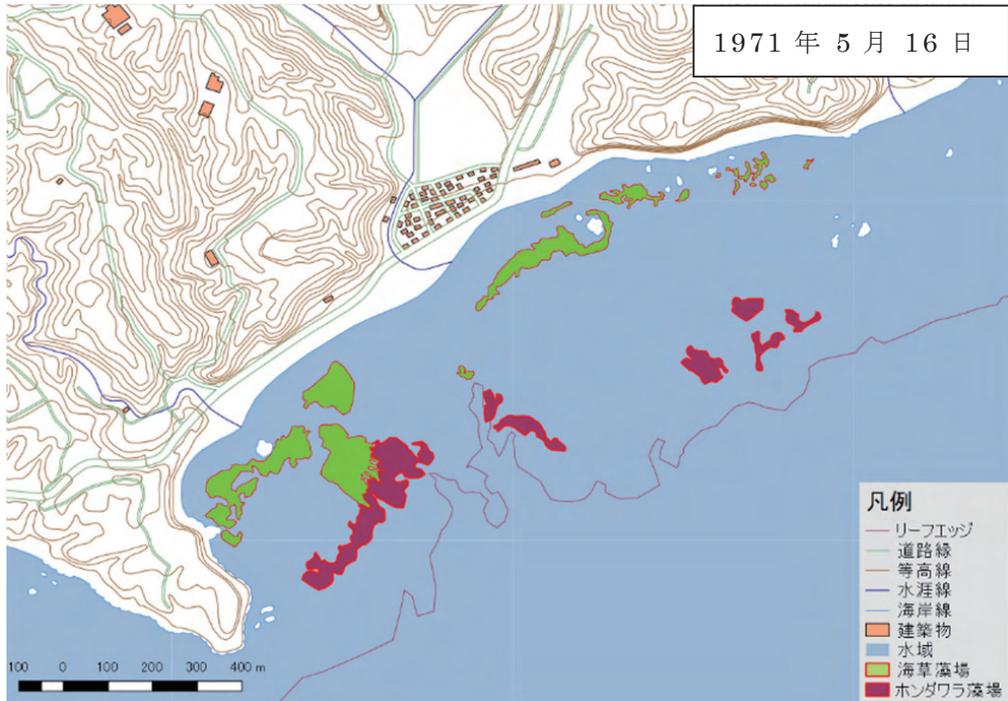


図4 1971年嘉陽海岸における海草藻場、ホンダワラ藻場分布図



図5 1973年嘉陽海岸における海草藻場分布図

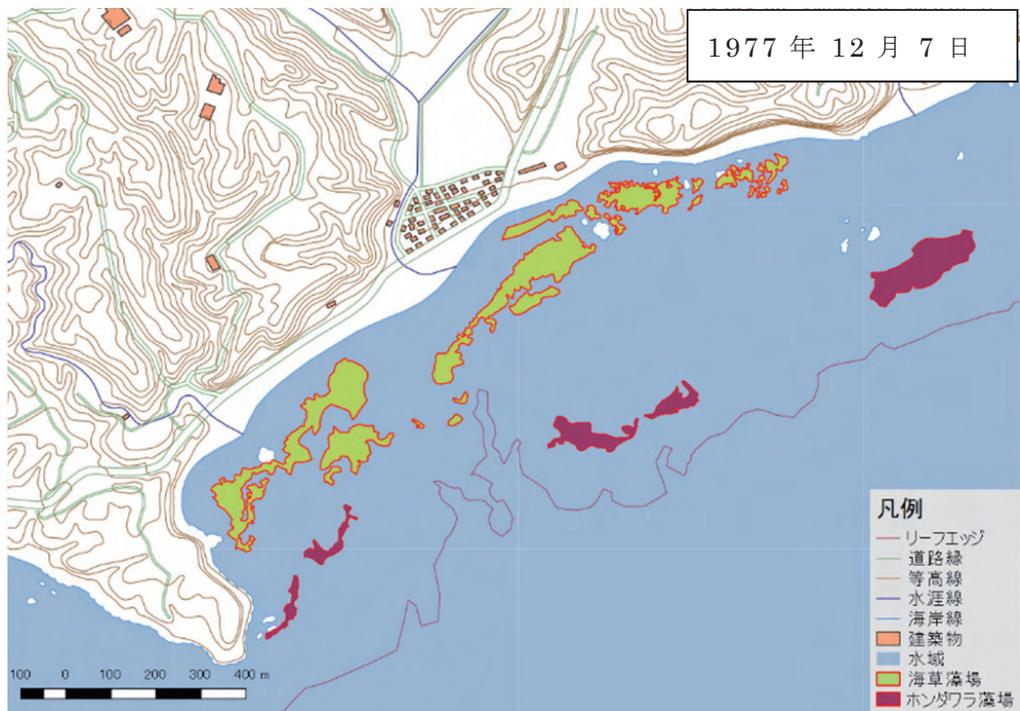


図6 1977年嘉陽海岸における海草藻場、ホンダワラ藻場分布図



図7 1980年嘉陽海岸における海草藻場分布図

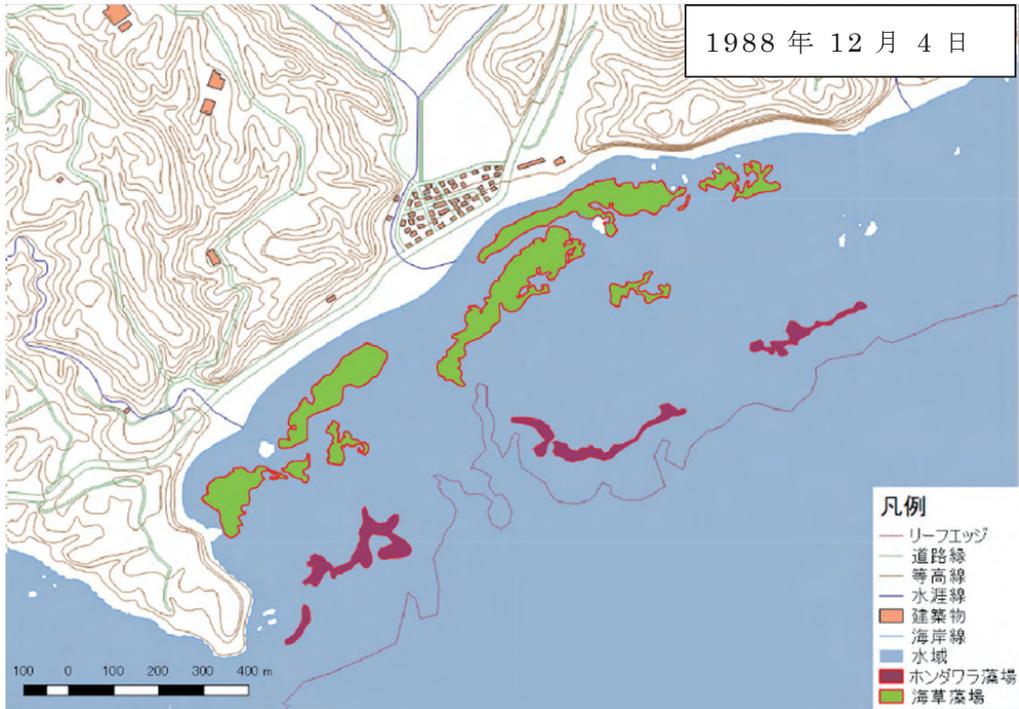


図8 1988年嘉陽海岸における海草藻場、ホンダワラ藻場分布図

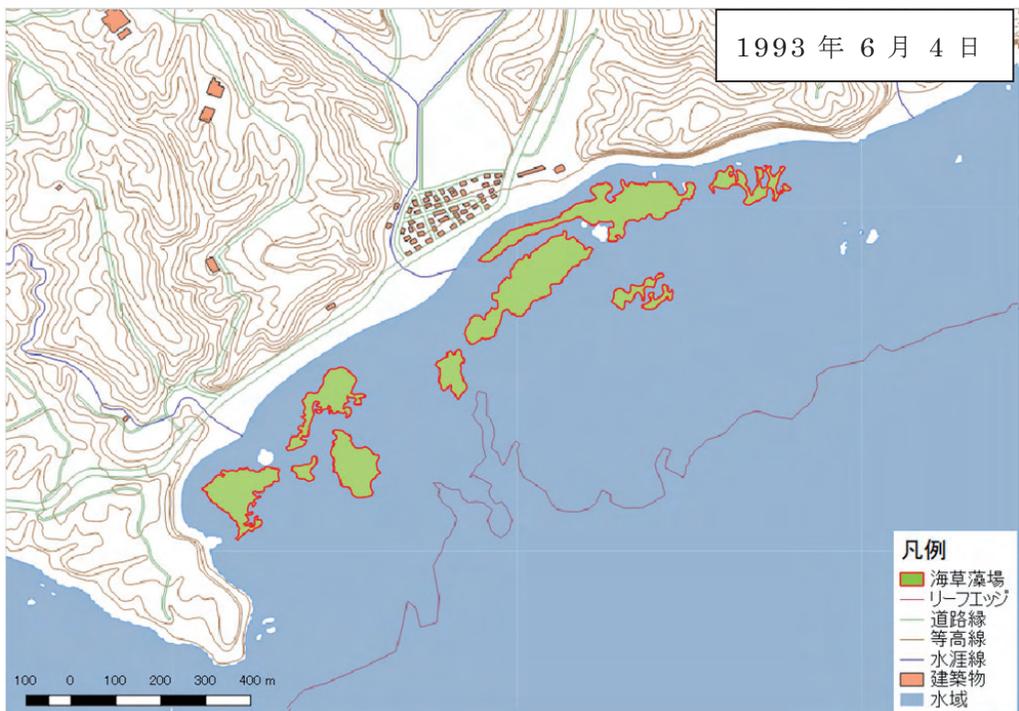


図9 1993年嘉陽海岸における海草藻場分布図

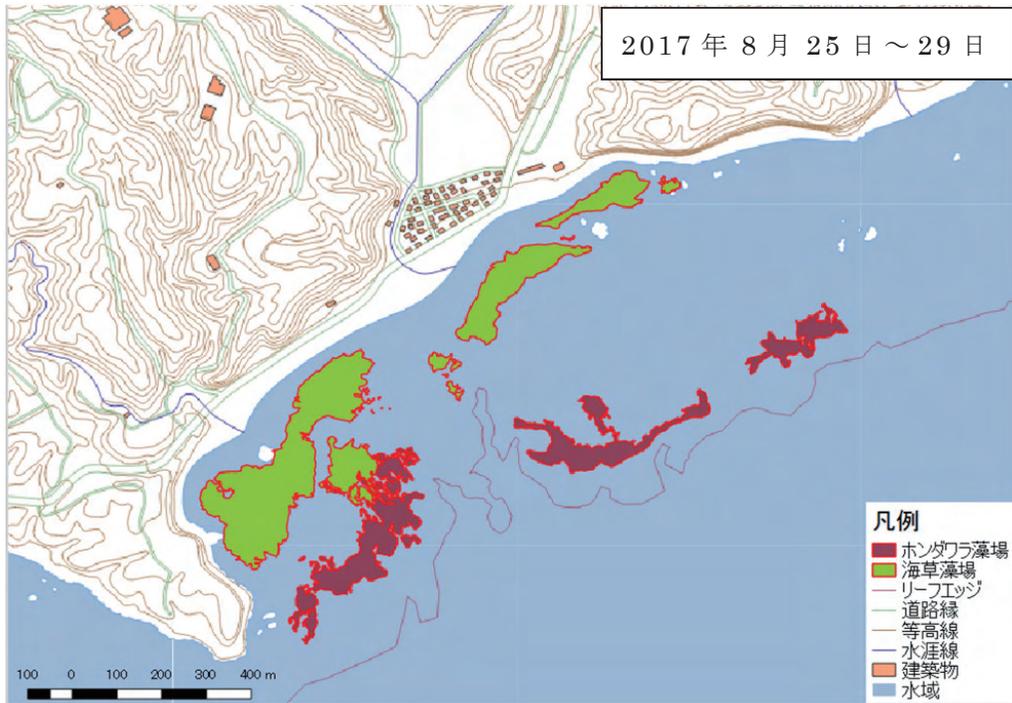


図10 2017年嘉陽海岸における海草藻場、ホンダワラ藻場分布図

次に海草藻場とホンダワラ藻場の分布を底質情報と重ね合わせ、どの底質部分に多く生息していたのかを調べた結果を以下にまとめる。

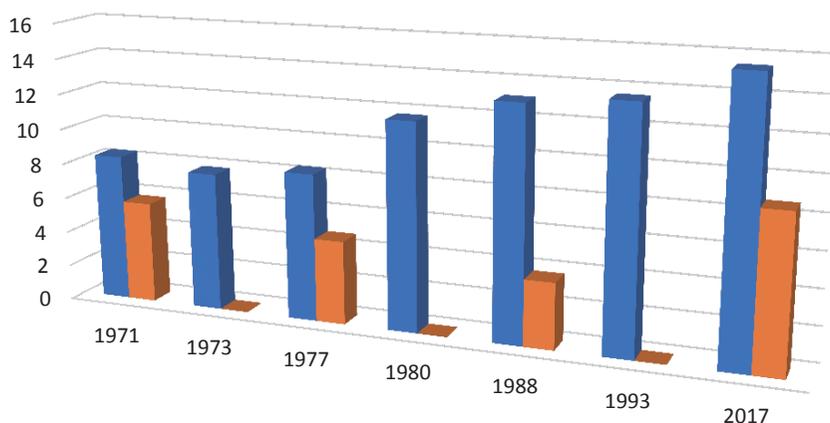
2017年の空中写真から判読した底質なので多少の変化はあるが、1977年のカラー写真と比べた場合でも、大きな変化が見られなかったため、参考として比べることにした。海草藻場の多くは、砂床Ⅰを好む傾向がありパッチ状礁岩＋砂床Ⅰとの境界に一部重なる部分も見られた。一方、砂床Ⅱ、礁岩露出部には分布しておらず、厚い堆積物の上に生息する傾向が見られた。

ホンダワラ藻場の下に存在する底質は礁岩露出と砂床Ⅱの一部に見られた。海藻類は岩などの着生するため、砂床Ⅱの中でも堆積量が少ない場所に生息すると考えられる。一方流れの強いクチ周辺には礁岩が露出しているも分布の確認をすることができなかった。

次に定量的な変化について以下に記す。図11の結果から読み取れる事として、嘉陽海岸の海草藻場は、1971年から1973年の2年間で少量の減少がみられる。その後、1977年には1971年の面積と同じ規模まで回復する。更にその後からは、増加傾向にあり、2017年の海草藻場面積は1973年の面積と比べ、1.97倍にまで増加したことが分かった。

この結果は、空中写真で判読した分布図からGISソフトで面積を求めたものである。空中写真によっては、モノクロ写真とカラー写真の見え方の違いや撮影高度やUAVと航空機のプラットフォームの違いから解像度が変わり、被度の低い藻場を過去の空中写真では捉えることができていない可能性がある。同じことが嘉陽海岸に限らず赤崎海岸でも言えるため、定量的な参考値として用いることにする。今回使用した国土地理院の空中写真は最新のものです1993

藻場合計面積



	1971	1973	1977	1980	1988	1993	2017
■ 海草藻場 ha	8.3552	7.8352	8.3521	11.725	13.121	13.585	15.456
■ ホンダワラ藻場 ha	5.7536	0	4.729	0	3.736	0	8.716

図 11 嘉陽海岸における海草藻場とホンダワラ藻場の面積推移

年であり、筆者が得た UAV の空中写真の 2016 年と 2017 年の間に 23 年間のデータがないため、長期的に見た場合は増加傾向にあるということしか説明できない。

次に測線調査の結果について、前に述べたが嘉陽の礁池では、パッチ状礁岩と砂床の混在部分の面積約 31.219ha 程の分布が確認できる事が分かっている。このパッチ状礁岩はマイクロアトールや塊状サンゴで構成しているものであり、この構成物の上にホンダワラ類が生育する様子が見られたが GIS から大規模なパッチ状の藻場面積を正確に測定することは難しい。更に空中写真から判読した分布図では、この分布域を確認することができない事が分かった。

測線調査の結果、海草のみで 4 種を確認した。ウミヒルモは、測線調査時、汀線から 50m 沖合の比較的浅い地域に局所的確認された。同様に局所的に見られた種としてボウバアマモとマツバウミジグサが生息していた。UAV の高度から撮影された解像度の高い写真でも規模と

海草自体の大きさも含め、リュウキュウスガモ以外の 3 種はグランドトゥルースなしでの空中写真判読は困難である。

ホンダワラ類が優占する群落の中の一部に、ラッパモク、ウスユキウチワ、トサカモクと思われる種が小規模に見られた。このうちウスユキウチワは他の 2 種より生息する場所が多く、藻場の被度が極端に低い底質の砂地Ⅱでも個体の長さ 5~10cm 程のホンダワラ類とウスユキウチワが散在しており、ホンダワラ類に次ぐ海藻類の分布規模であった。海綿類は汀線付近から 500m 沖合までの広い範囲で局所的にカイメンソウが見られた。カイメンソウは他の海草、海藻と共に生息するものと、砂地もしくは大きさ 20~30cm 礫に単独で生息するものが確認できた。

今回の測線調査で使用したコドラートは 50cm×50cm のものであり、スケールとしての役割と同時に定量的な被度を求める目的で用いた。しかし、空中写真と被度を結びつけるのは

難しく、海草の有無と定性的な被度の確認にとどまった。断面図に使用したGPSデータは測線調査の復路部分のみを参考に距離を求めた。

図12～15は、各測線の場所(図12)と水深を水圧計で求めた断面図に底質と植生情報を加えたもの(図13～15)になる。

各測線の結果をみると、測線Ⅰでは他の2つの測線箇所より海草藻場の占める分布域が少ない傾向であった。反対にホンダワラ藻場が測線周辺を多く占め、汀線から200m沖合以降は概ね優占種として生息していた。ほかの断面図より水深の上下変動が大きいのは水位計がパッチ状礁岩のコーラルヘッドや起伏のある礁岩の上を何度も通ったためと思われる。

測線Ⅱは、パッチ状礁岩と砂床Ⅰの底質部分が極端に低い割合の場所を通った。海草藻場の分布域が3測線のなかで一番汀線から近い場所に見られた。パッチ状礁岩の一部を除き全体を通して、リュウキュウスガモが多くみられた。ウミヒルモは測線2でのみ生息が確認され、他の2つの測線では確認することができな

かった。

測線Ⅲは測線Ⅱと近い間隔で行ったため、藻場の分布域は大きな変化を見ることができなかった。底質は汀線付近から250m沖合まで砂床Ⅰが途切れなく続いていた。測線Ⅲの末端部の写真は撮影できなかったため、分布内容は不明である。

図13～15までの結果をまとめると、リュウキュウスガモを主とする海草藻場が多くみられる場所は、底質が砂床Ⅰで100m沖合から250m付近において被度の高い優占種として存在することが分かった。ホンダワラ藻場は砂床Ⅰで生息することが認められるが、優占種として分布することは少ない。パッチ状礁岩では被度が高くなり、優占種がリュウキュウスガモから変わる一つの返還点と思われる。ウスユキウチワは単独で生息していることが少なく、基本的にホンダワラ藻場と混合して生息することが多く付随種としての印象が強い。いずれの種も水深や汀線からの距離で生息域が決まることは少なく、底質が分布域を決める重要な因子になって

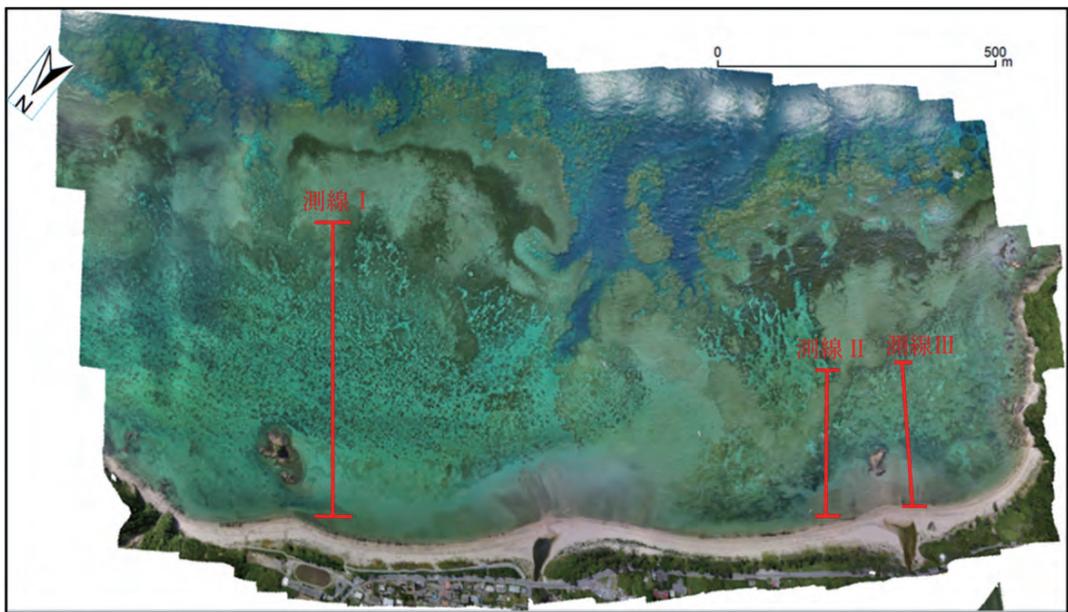


図12 嘉陽海岸の空中写真と測線の場所2017年撮影(オルソ画像)



図13 測線Ⅰの断面図と底質・植生情報

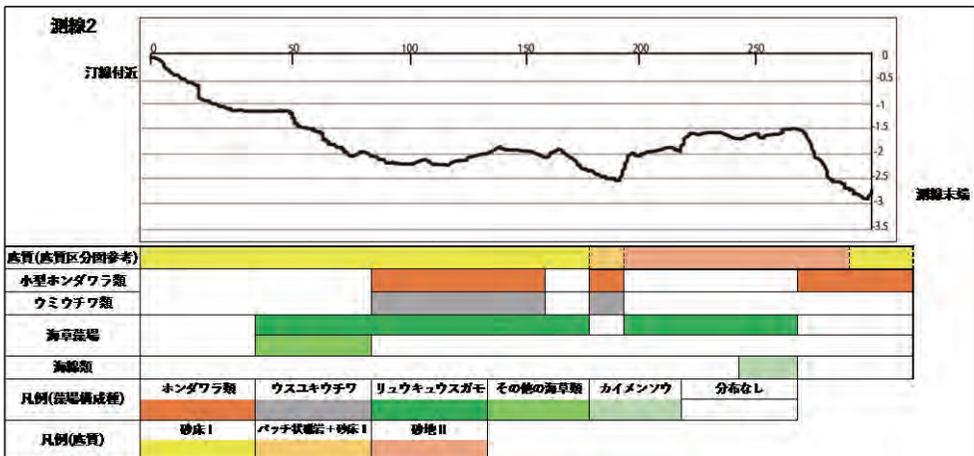


図14 測線Ⅱの断面図と底質・植生情報

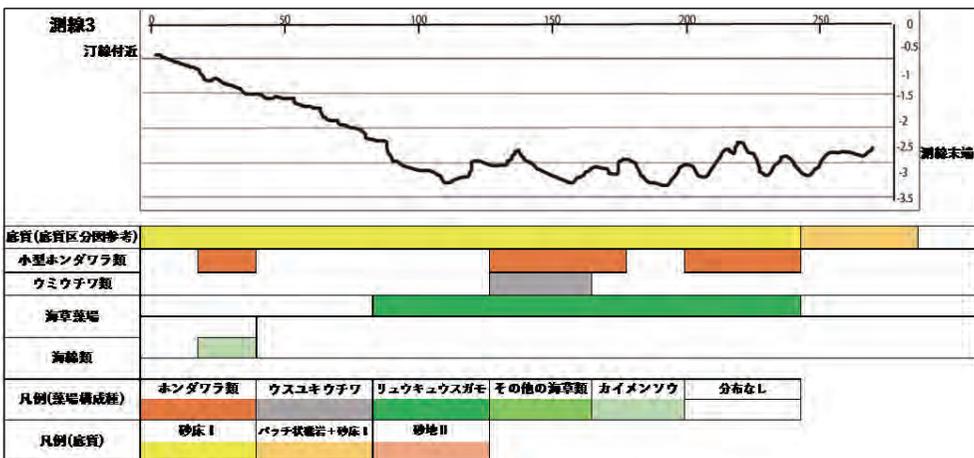


図15 測線Ⅲの断面図と底質・植生情報

いた。

今回の測線調査では礁嶺まで近づくことができていないため礁嶺付近に生えていたホンダワラ藻場の目視確認ができなかった。調査時、2～3m測線から逸れると優占種がリュウキュウスガモからホンダワラに変わる場所も数か所見

られたので測線調査そのものを分布割合としてとらえることはできない。

4. 赤崎の調査・分析結果について

下の写真(3、4)は、2016年と2017年に撮影した空中写真をオルソモザイクに変換したものである。2016年に沿岸まで分布していたホンダ

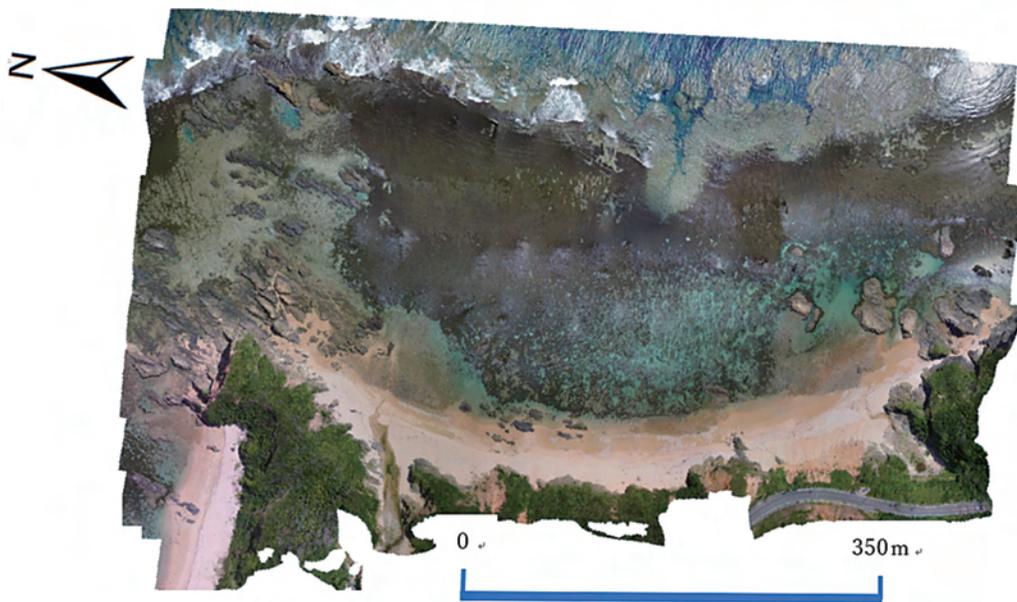


写真3 UAVから撮影されたオルソ画像。(2016年8月31日撮影)

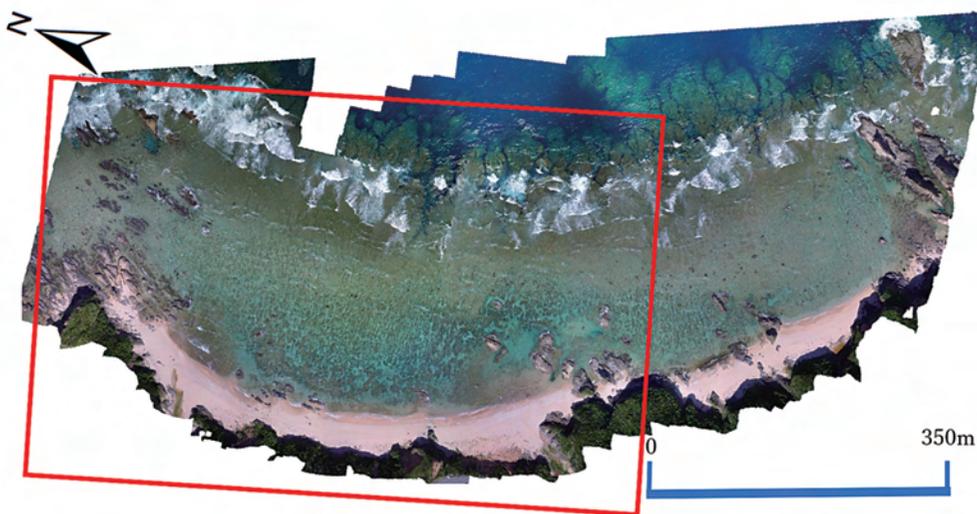


写真4 UAVから撮影されたオルソ画像(2017年)。赤枠は2016年撮影範囲

ワラ藻場は、2017年では沖合にも見られなかった。撮影範囲は多少違うものの、一年での変化が大きい例として表示させることにした。

赤崎海岸は、今回取得した空中写真の7時期いずれにも、海草藻場の分布は確認されなかった。そのため、ホンダワラ藻場の変化のみを下記に記す。過去の空中写真を比較したとき、年代によってホンダワラ藻場が全くない時期と大きく繁茂する時期に二分している。分布が確認されなかった時期（1978年1月、1989年3月、2017年8月）を除き、分布図を作成した。年代は、古い順に1971年（図16）、1982年（図17）、1993年（図18）、2016年（図19）の4時期の分布図を作成した。

まず1970年の分布図では沖合200mの場所に帯状に広がりを見せた。他の年代と違う点として、汀線付近または、汀線より沖合100m以内に藻場が分布することが確認できたが1970年の分布図のみ礁嶺付近にのみ分布していた。次

に1982年では、1970年より汀線側に大規模で幅が広い藻場が分布した。陸に近いところでは、汀線から10m~20mの場所に分布しており、分布の特徴は2016年の分布傾向に近いことがわかった。1993年赤崎でのホンダワラ藻場の分布は海岸北部を中心に広がる。分布が拡大する時期は赤崎海岸の南に位置する伊江集落前方の海岸でもホンダワラ藻場が広がる。比較として挙げると1993年は伊江の藻場の分布が大きく拡大していた。最後に2016年の分布図は、礁嶺から汀線付近まで分布が確認できた。

汀線付近に見られるホンダワラ藻場は、1982年の分布も含め砂床Iの割合が多くなるため、岩に着生しているものが一般的である。2016年データは調査の都合上海岸の撮影範囲が足りず、南側の分布図が描けなかったが、4時期の分布図の中で一番拡大していたことがわかる。前に載せた写真2の斜め写真は、ホンダワラ分布域からさらに北に向いた時の写真であり、赤

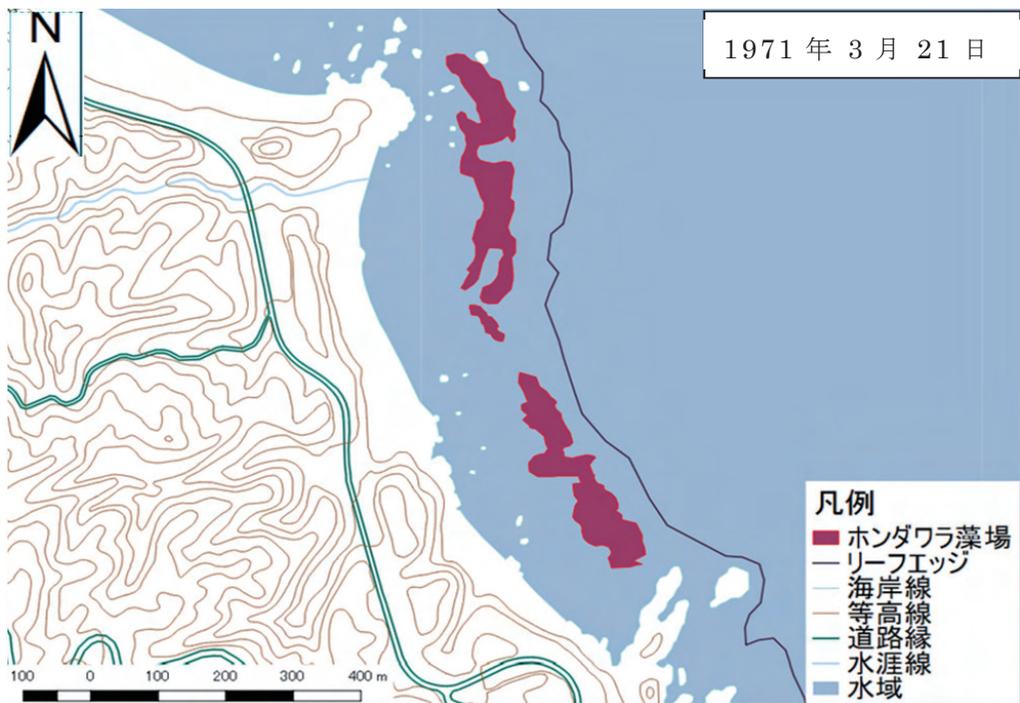


図16 1971年赤崎海岸におけるホンダワラ藻場分布図

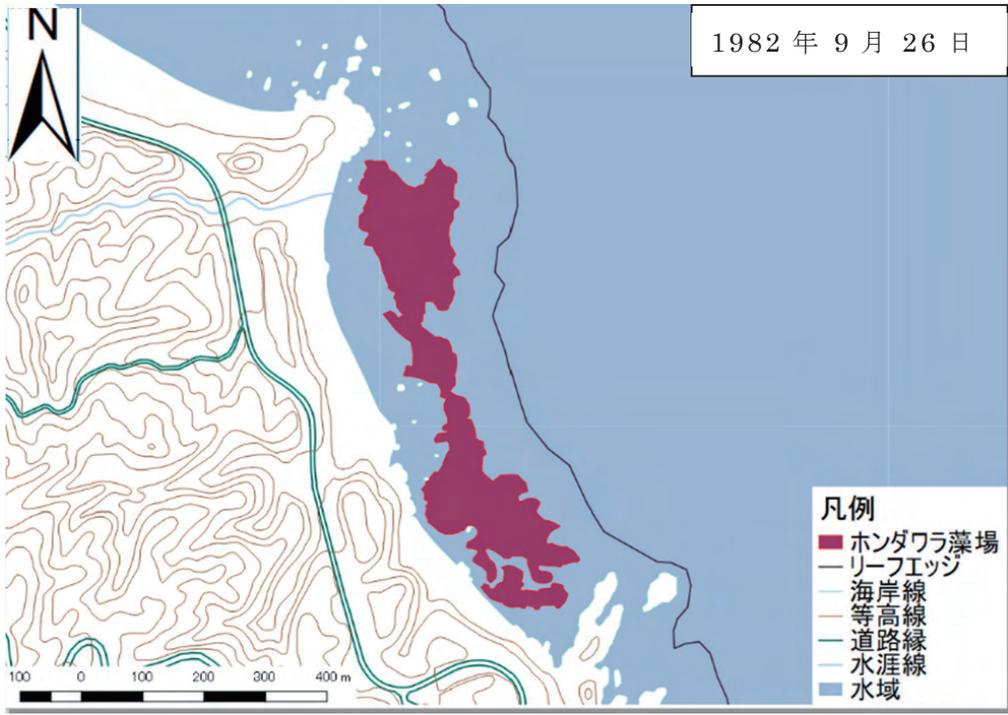


図17 1982年赤崎海岸におけるホンダワラ藻場分布図

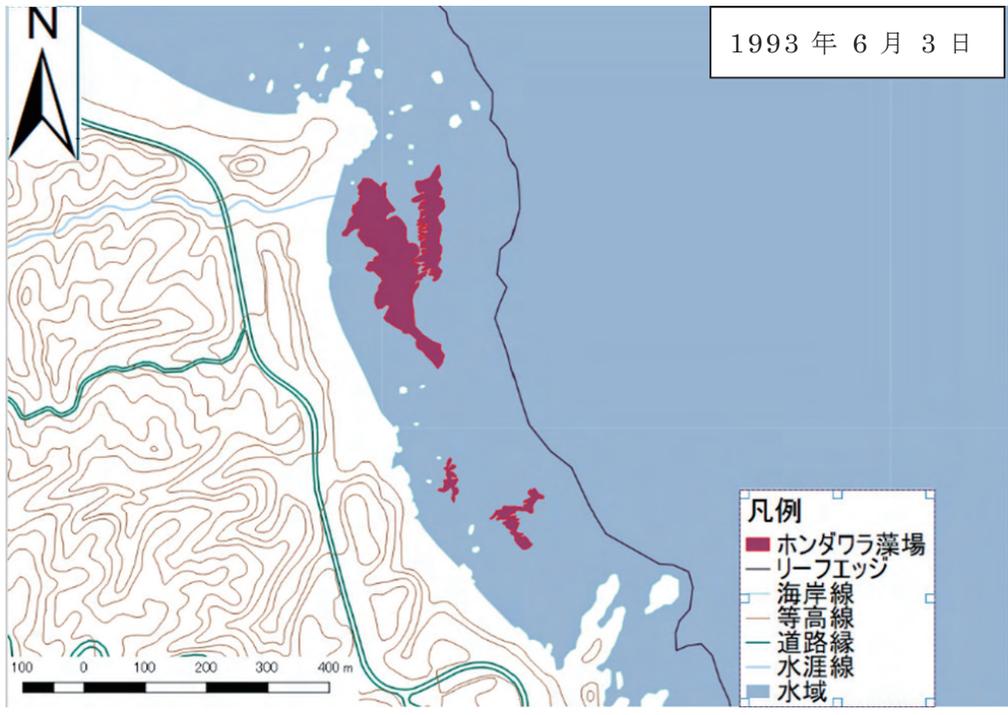


図18 1993年赤崎海岸におけるホンダワラ藻場分布図

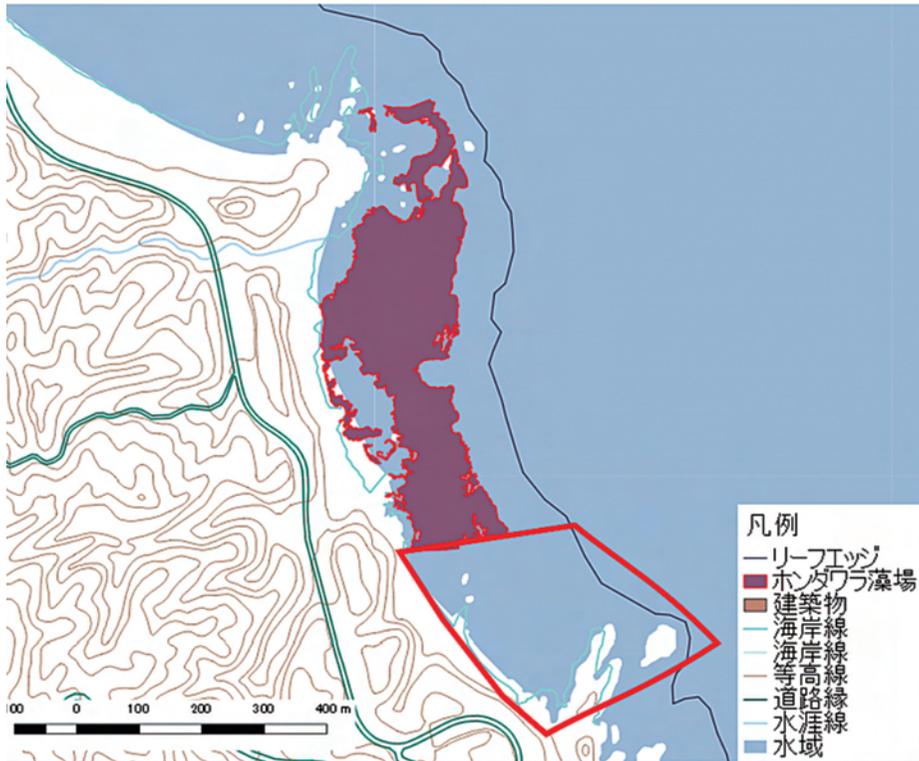


図19 2016年赤崎海岸におけるホンダワラ藻場分布図（赤枠は未撮影範囲）

崎海岸北側と岬を挟んだ赤崎海岸南側も同規模で分布していることが分かった。

赤崎での測線調査は、波が強くと想定していた所までたどり着くことができなかった。そのため、空中写真のパターンから指標を十分に集めきれなかったことを踏まえ、正確な判断は難しい。

次に定量的な変化について下記に記す。1971年の面積を比べると繁茂した時期と比べれば規模は大きくないが、繁茂していない時期や1993年の分布状況と比べると大きい値を示している。図20では、ホンダワラ藻場が確認されなかったものに対してもデータとしてグラフに含めることにした。

2016年の面積は前述した通り、海岸北側のホンダワラ藻場面積が反映されていないため、実際の面積より少ないことが言える。

それでも確認できた面積の中で2016年が一番面積が多い。変化量が一番大きかったのは、写真3と4で見られる2016年から2017年の差であった。長期的な変化はデータのばらつきが大きいため増加傾向なのか減少傾向なのか判断することが難しい。

5. 全体を通して分かったこと

ホンダワラ類藻場を判読する場合、空中写真は年代の他に季節の違いを比べることができた。その結果、夏季嘉陽海岸と赤崎海岸ともに年代によって大きな違いが見られたものの、季節による変化については、夏季と冬季を比較したのが夏季に減少した年代や冬季でも藻場が分布する年代もあり一概に夏季が多く分布するとは言えない結果となった。今回の例として、UAVにて赤崎海岸で同じ季節に撮影された2016年

赤崎海岸ホンダワラ藻場の面積

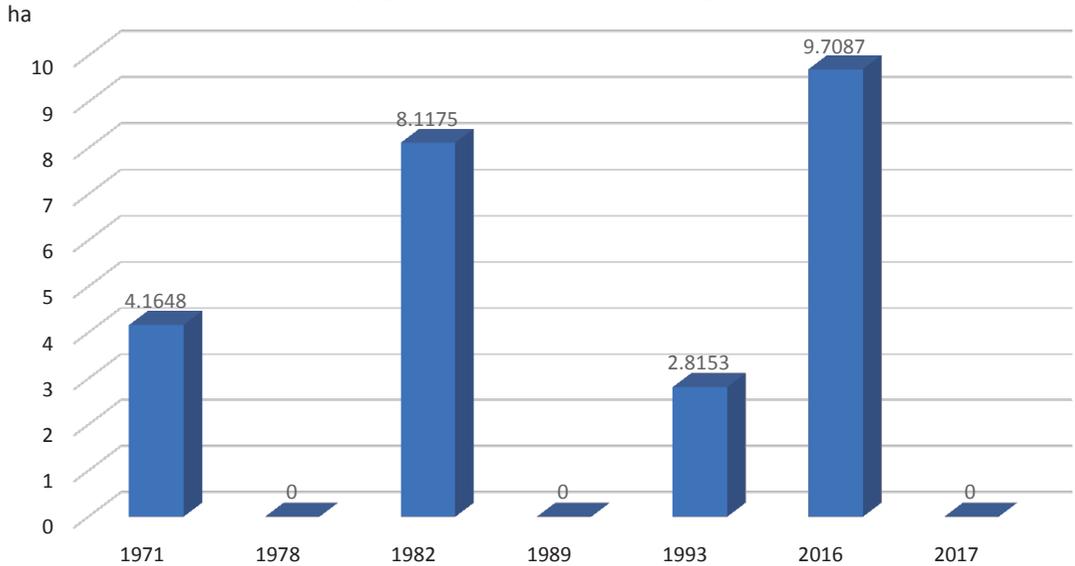


図20 2016年赤崎海岸におけるホンダワラ藻場の面積推移

(8月31日11時前後)と2017年(8月29日14時半前後)の画像を比べた場合、同じ季節であるにも関わらず、大きな変化が見られた。そのため、水温とは違う要因でホンダワラ藻場の大きな変化を伴うことがあるといえる。ホンダワラ類藻場と海草藻場の両方から見られる特徴は、礁原付近がホンダワラ類が優占する藻場であることについて前に述べた通りである。両者の変化はホンダワラが集中する前方礁原部分(岩礁部分)が海草の繁茂する礁地部分より大きい事が分かった。

また、集落前方(浜の北東側)の沿岸域と集落から離れた浜の南西側の沿岸域でどちらが変化しているか比べた場合、集落前方の変化が南西側より生じやすい(生じていることが多い)ことが分かった。ただし、嘉陽の浜について自然に配慮した護岸提(階段式石積護岸とセットバック式護岸¹⁾の併用)を利用することやエココースト事業を行ってきた側面を見たとき、一概に人間活動に伴う原因や工事による影響とすぐに判断することは難しい。

吉田ほか(2003)で示された2002年7月の調査内容を見ると計7種の海草が確認されており、分布域は海岸線付近から200m沖合にかけて広く分布していたとの報告がなされている。しかし、今回の調査では、より沖合の種ごとの分布ではリュウキュウスガモが全域に広く分布していたのに対し、ボウアマモは海岸線から50-100m付近の水深が浅い場所に主に分布すると記していたが、筆者が調査した3側線では、水中写真、目視確認共にボウアマモの分布は確認できなかった。

その他の主であるリュウキュウアマモ、ベニアマモ、ウミジグサ、マツバウミジグサ、ウミヒルモの分布は局所的で少数の調査点でのみ確認されたとしており、筆者の調査では、この内ウミヒルモのみ局所的に確認することができた。

V. 考察

調査対象地域の海岸二つの地形環境を比べる

と、背後の浸食した崖がないことから、陸域の土砂流入が嘉陽では赤崎より少ないと思われる。そのため、嘉陽海岸での海草ホンダワラ藻場原因に関しては、自然的要因が大きいと考えられる。特に台風2007年4号と2012年16号の被害は、集落に大きな影響を与えた事(又吉2014)から、集落前方の海岸にも変化を与えた可能性は高い。このことから、嘉陽海岸と赤崎海岸以外の沖縄本島東海岸でも海岸ごとに海草藻場が繁茂流出する原因に違いがでると考えられる。ただし、周辺の空中写真も同時に確認した際、ホンダワラ藻場は、海岸ごとではなく沿岸域全体が減少する傾向にある事が分かった。

今回の現地調査では、嘉陽海岸でホンダワラ藻場が見られたのに対し、赤崎海岸では、見られなかったことから東海岸全体で共通した変化が見られるとは限らない。礁嶺付近のホンダワラ類について、目視確認ができない中で、嘉陽海岸と赤崎海岸のホンダワラ藻場面積は具体的な数字ではないが撮影ごとに消滅と繁茂を繰り返す結果が表れた。海草が多年生なのに対し、海藻類はホンダワラ類は一年生と多年生の2種類存在している。筆者は、今回の結果のような短期間で明瞭な変化を生んだ種については一年生のホンダワラと考えるのが妥当であると推測した。

今回使用したUAVは、陸域から浅海域までの空中写真を取得する場合効率的で高解像度な為、より詳細な分布図を作成することができた。更に詳細なデータを得るには、ROV (Remotely operated vehicle) やAUV (Autonomous underwater vehicle) などの機材を使用することで海草の被度と小規模の藻場面積まで定量的な情報を活用することができる。この技術に関しては、山室(2004)がROVを使った海草藻場観測技術を開発し、発表している。まだ低空撮ツールと比べ、狭い範囲での調査にしか向かない事や熟練のモニタリング経験者の目視判読と比べてどこまで有用性があるか判断することは難しい

がGPS内蔵のため、一定間隔の自動撮影に加え、後から写真を見直して解析できる利点がある。

今回の空中写真判読では、国土地理院の高度の違うモノクロとカラーの空中写真、更にUAVから空撮した空中写真を用い経年変化を確認した。それぞれの写真は、画像分解能が違う。そのため、空中写真ごとに判読できる段階に違いが出た。例えば、国土地理院の空中写真では、カラー写真を含めリュウキュウスガモ・ウミヒルモ・ウスユキウチワの分布域を確認することができない。海草藻場とホンダワラ類藻場について構成種を含めて言及するには、UAVで得た解像度の高い空中写真でかつ、測線調査を行わなければ前述3種の分布域を分けることはできないと思われる。

次に面積の変動について、環境省(1994)が言うように沖縄県全体としてみれば、海域の開発で海草藻場の面積が減っているといえる。しかし、住民などの運動、嘉陽でいえば継続したモニタリング調査の実施などの結果を見ると海草藻場単体で見れば安定しており、本結果のように増加傾向にあると判断できる。開発する海域に海草藻場が多く存在する場合、または大規模な海域の開発をした場合は減少傾向ではあるが、海草藻場を有する海岸ごとに比べた場合、現状で辺野古に近い嘉陽でもその影響を受けているとは言えない。更に海草藻場と海藻藻場を一括りで捉え、減少傾向にあると論じるもの(環境省1994)について、筆者は一概に同じ原因で海草と海藻が減少するのか疑問である。本研究結果から、海草よりホンダワラ類は影響が出やすいことが分かった。それによって、埋め立て工事や陸域の開発が比較的少ない地域でもホンダワラ藻場は周期的に減少と拡大を繰り返しており、減少期に調査した場合と拡大期に調査した場合で大きな差が出てしまうことが想定される。ホンダワラ藻場においては変動が大きいいため、研究の初期段階では、要因について原

因について言及できることを想定していた。しかし、減少時期と台風の接近回数や海水温などを比べても拡大時期のデータと変わらないことが分かったため原因として結びつかない。2016年～2017年の一年間で全く分布が確認できなくなったことを踏まえると、ホンダワラ藻場動態の一部始終を追うためにより高頻度の調査をすることで原因の要因にたどり着けると考える。

最後に、調査手法ごとの結果から考えられることについて、本研究では3種の調査方法により、面と線と点の3種類の観点から状況確認を行い、それぞれに違いがあるか調べた。既存の空中写真では、撮影高度が高いため広域での面的変化を捉えることに利点がある。UAVの空中写真では、全体の分布域の輪郭を鮮明に確認することと被度の低い海草藻場に関しても全てではないが存在の確認ができた。このように空中写真では、解像度の違いもあるが2つ以上の事を一括りにしても問題ない場合、もしくは分布域が明確に分かれている場合に面的分布を追うために使用するのが好ましい。現地で行った測線調査で言えば、水深計から断面図を作成することで、線的分布を示すことができ、面積分布より細かい範囲で詳細な分布状況を説明することができる。特に曳船が難しいサンゴ礁浅海域では、他のレーザーや音響測量機器を使うより精度は落ちるが安価であり、短時間で取得から解析まで行うことができる。更に測線調査と並行して行ったGPSデータと水中写真をリンクさせる事で、極めて細かい対象物の状況(空中写真と比べるとピクセルや点に近い範囲)が確認できる。

以上のことを踏まえ、結果の違いに着目すると既存の研究の一部が、詳細の分布域を明らかにすることができない可能性がある事も指摘できる。その根拠は、研究結果により見つけることができた。本調査で行った空中写真から分布図を作成する方法は明らかに海草藻場とホンダワラ類藻場が生息している範囲のみをポリゴン

で囲んだ。そのため、既存の研究(環境省1994第4回自然環境保全基礎調査)で示された一時的な消長を繰り返すような疎生部分や、近接する藻場の海底も含んでいる藻場面積より少ない値として求めることになった。

嘉陽海岸を例とした場合、1994年の環境省の嘉陽と嘉陽南を合わせたものは14haとされ、1977年の空中写真を主に使用し、一部最新の空中写真を利用したとしている(年代は不明)。今回筆者が作成した分布図では、1977年の藻場に関して、海草とホンダワラ類を合わせ13haの面積を示し、仮に1994年の調査で最新の地図を使っていた場合でも1haの差が生じてしまったことには変わりはない。しかし、同じく環境省の報告書では、同じ1977年の写真から分布図を作成した当真(1981)の結果と第2回自然保全基礎調査(環境省1978)の結果と比べ藻場面積が2倍以上の違いが出ることを述べており、作成者の裁量で分布面積が大きく変わってしまう問題点がある事が示された。

本研究を実施するにあたり、以下の科学研究費助成事業から援助を得た。

- ・基盤研究(C)(一般)海草藻場の拡大がもたらすサンゴ礁環境の変化に関する研究(研究代表者 長谷川均)
- ・基盤研究(S)浅海底地形学を基にした沿岸域の先進的学術研究(研究代表者 菅浩伸)

また、現地においてUAVを使用して撮影した空中写真は、長谷川均氏と中井達郎氏との協働作業により得たものであり、研究方針等に関して両氏から指導、助言を得た。

注

- 1) セットバック式護岸は小学校校庭前面部分のみ堤防の位置を後退させ、その分護岸自体の高さと規模を抑えた護岸を指す。

参考文献

環境省 1994. 第4回自然環境保全基礎調査 海域生物環境調査報告書(藻場).

- 環境省 1978. 第2回自然環境保全基礎調査 海域調査報告書 藻場調査.
- 当真 武 1999. 列島の海草(1)種類と分布. 沖縄生物学会誌37:75-92.
- 当真 武 2012. 『沖縄の海藻と海草—自然環境・養殖・海藻250種』32-40, 88, 100-102, 108出版 舎Mugen.
- 渡久地健 2017. 『サンゴ礁の人文地理学—奄美・沖縄、生きられる海と描かれた自然—』260-265.
- 中井達郎 1990. 北限地域のサンゴ礁. 『熱い自然—サンゴ礁の環境誌』57-65.
- 仲岡雅裕 2002. 陸からの物質流入が熱帯海草も場に与える影響—河川の影響が異なる藻場の比較—海洋34:424-429.
- 長谷川均 2011. 陸域の開発行為に伴うサンゴ礁環境の悪化—石垣島白保サンゴ礁を例に—日本リモートセンシング学会誌31:73-86.
- 長谷川均 2014. UAV(自律型飛行体)を使った高解像空中写真の撮影と活用—サンゴ礁浅海域での事例—国士舘大学地理学報告22:13-21.
- 堀 信行 1990. 日本のサンゴ礁. 『熱い自然—サンゴ礁の環境誌』3-22. 古今書院.
- 又吉康之 2014. 自然環境に配慮した新たな沖縄型の海岸整備について(嘉陽海岸高潮対策事業)沖縄ブロック国土交通研究会.
- 目崎茂和 1980. 琉球列島における島の地形的分類とその帯状分布. 琉球列島の地質学研究5:91-101.
- 山室真澄 2004. 日本の亜熱帯海域における海草藻場観測技術の開発. 日本海水学会誌58:367-372.
- 吉田忠生 1984. ホンダワラ類の分類と分布—1—海洋と生物/生物研究社[編]6:336-340.
- 吉田正人・河内直子・仲岡雅裕 2007. 気球による海草藻場撮影調査と市民参加型モニタリングとの比較『沖縄島北部東海岸における海草藻場モニタリング調査報告第』日本自然保護協会97:33-40.
- 吉田正人・河内直子・仲岡雅裕 2003. 市民参加による沖縄の海草藻場のモニタリング調査. 保全生態学研究8:119-128.

南アルプスにおける標高傾度にもなうダケカンバ林と樹形の変化

遠藤 慧

本学地理・環境専攻 2018年3月卒業

I. はじめに

ダケカンバ (*Betula ermanii*) は、北東アジア地域沿岸部の山岳上部からカムチャツカ半島、日本列島にかけて分布する。カムチャツカ半島では、沿岸地域を中心に広い範囲でダケカンバ極相林が成立している (沖津 2002、小島 1994)。日本においては、北海道から中部地方および四国の冷温帯から亜高山帯にかけて分布し、崩壊地やギャップなどの攪乱跡地や森林限界付近にまとまった群落を形成する (沖津 1987; Gansert 2004)。田中 (1986) では、八ヶ岳においてダケカンバ林がハイマツ低木林とシラビソ-オオシラビソ林の分布域の間に入り込むように分布しているとし、標高2,550mから2650m付近で最もダケカンバの分布割合が高いと述べている。また、石田ほか (2014) では南アルプス北岳において植物社会学的調査からダケカンバ林の植生学的位置づけを行った。その結果、ダケカンバが優占する群落は4つに分けられ、その成立要因は大きく2つに分けられるとし、針葉樹林が成立できない立地にはミヤマハンノキ-ダケカンバ群落、タカネノガリヤス-ダケカンバ群集、ハイマツ-ダケカンバ群落が成立し、針葉樹林内のギャップにはネコシデーダケカンバ群集が成立すると述べている。このようにダケカンバは、様々な環境下で様々な群落を形成することが明らかとなっている。

ダケカンバの樹形は環境条件に大きく影響を受け、尾根谷傾度で分枝パターンが異なることや (李・沖津 1997)、森林限界付近では胸高直径に対して樹高が低くなることが明らかになっている (沖津 1989)。また、Takahashi *et al.*

(2012) では、標高の上昇にもないシラビソは樹高・胸高直径が小さくなるのに対し、ダケカンバの胸高直径は小さくならないと述べている。沖津 (1991、1992) では、ダケカンバは針葉樹林内では、ほとんど萌芽しないのに対し森林限界付近では萌芽が多く発生しており、萌芽は森林限界付近のダケカンバの更新にとって重要だと述べている。

樹木にとって萌芽は個体維持や繁殖のための重要な戦略の一つである (酒井 1997)。標高が上昇するにつれて積雪や強風といった山頂現象が働き、環境条件は厳しくなる。それに対応するために森林限界付近のダケカンバは萌芽を多く発生させていると考えられる。しかし、標高傾度にもなう萌芽数の変化を調べた研究は少ない。また、樹形の基本は遺伝によって規定されるが、形成過程で環境の影響も強く受ける (八田 1995)。そのため生育立地と樹形の関係を調べることは重要である。

そこで、本研究では、ダケカンバが優占する自然林が広い標高域で出現する南アルプスにおいて、標高傾度にもなうダケカンバ林およびダケカンバの樹形の変化を明らかにすることを目的とする。また、樹形の特徴や生育立地、混交樹種などの観点からダケカンバ林の分布とその成立要因についても考察を行う。

本研究は、平成29年度の国土館大学地理・環境専攻 (磯谷ゼミ) の卒業論文として提出したものに、その後、多少の加筆・修正を加えて作成したものである。なお、本論文をまとめるにあたり横浜国立大学大学院環境情報研究院の酒井暁子教授、近藤博史氏には有益な助言をいただいた。また、現地調査にあたっては、岡田

真次氏、石塚磨郎氏に協力いただいた。深く御礼を申し上げます

II. 調査地域の概要

調査地域は、南アルプスの赤石岳および荒川岳周辺の亜高山帯中部から森林限界付近にかけてである。この地域では、森林限界付近や亜高山帯針葉樹林内においてダケカンバ優占林が普通にみられる。また、人為的攪乱もほとんどみられないためこの地域を選定した。

この地域の地形は、赤石岳から荒川岳にかけての稜線が標高2,700~3,100mに位置し非対称山稜となっている。稜線部には周水河性平滑斜面が見られる(天井澤ほか 2007)。東側では急崖や崖錐が形成されている。また、最終氷期に形成されたカールやモレーンが存在する(小久保ほか 2007)。

地質は、南北方向の帯状構造となっており、西側に赤石層群、東側に白根層群となる。また、南アルプスを構成する岩石は大部分が付加体であり、付加体の大部分は砂岩、頁岩で一部にチャートや玄武岩がある(日本地質学会 2006)。

静岡県井川のアメダス(標高755m北緯35度13分東経138度13.3分)の30年間の平均値から気温遞減率(-0.6°C/100m)を用いてこの地域の気候を推定した。標高2,000mでは、年平均気温が3.91°C、WIが32.8で、亜高山帯針葉樹林帯の中部付近に相当する。標高2,700mでは年平均気温は-0.29°C、WIは13.2で、高山帯植生となる。また、井川での年間降水量は3,110.1mmである。

III. 調査方法

1. 毎木調査

2017年8月13日から9月7日にかけて毎木調査を行なった。調査区は、森林限界付近や針葉樹林内のダケカンバが優占する群落かつ登山道

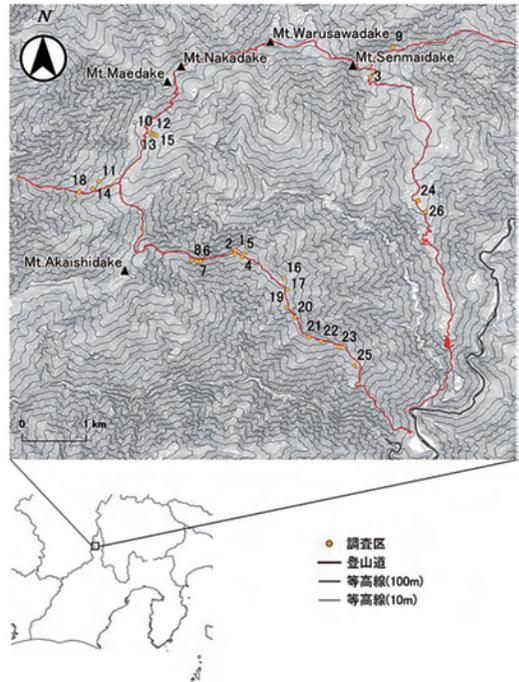


図1 調査区位置図

周辺で調査区が設置可能な地点を選定し合計26地点設置した(図1)。使用した登山道は地質、斜面方位に偏りがないように選定した。また、調査区を選定には標高に偏りがないように考慮した。調査区の面積は100m²とし、胸高直径1cm以上の高木性樹種を対象に樹種の同定を行い、胸高直径・樹高を測定した。樹種の同定にあたっては林(2014)を参照した。

2. 樹形調査

毎木調査を行なった調査区内のダケカンバおよび針葉樹の樹形調査を行なった。ダケカンバの樹形調査項目は、図2に示す根元曲がり・根元直径・最下枝下高とした。また、1個体あたりの幹数を計測しそれを萌芽幹数とした。針葉樹の樹形調査項目は、損傷状況・偏形度・偏形方向とした。損傷状況は小野(1996)を参考に梢頭折れ・先枯れ・蛇行・樹幹切断・幹割れの5つに分類した。偏形度は図3に示す基準に従

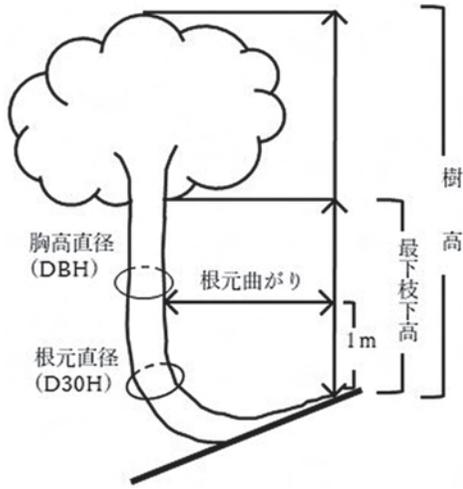


図2 ダケカンバの樹形調査項目

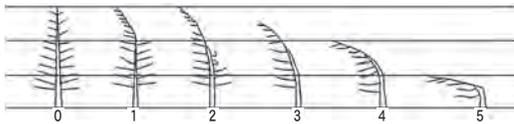


図3 針葉樹の偏形度

小川 (1974, 2000) をもとに筆者が作成

い6区分に分類した。偏形方向は16方位で記録した(小川 1974, 2000)。

3. 単木調査

毎木調査を行なった調査区周辺の、調査区とほぼ均質と考えられる範囲内で、ダケカンバの樹形調査を行なった。

4. 植生図の作成

この地域のダケカンバ優占林の分布を調べるために植生図を作成した。植生図は環境省生物多様性センター発行の2万5千分の1植生図GISデータを用いて、凡例を再分類し、現地踏査の結果を踏まえて作成した。

IV. 結果

1. 調査地域におけるダケカンバ林の分布

今回作成した植生図を図4に示す。また、図5は植生図をもとにGISを用いて作成した標



凡例

- ダケカンバ林
- ハイマツ・低木林
- 亜高山帯針葉樹林
- 夏緑広葉樹林
- 裸地
- 草地
- 植林
- その他
- 水域

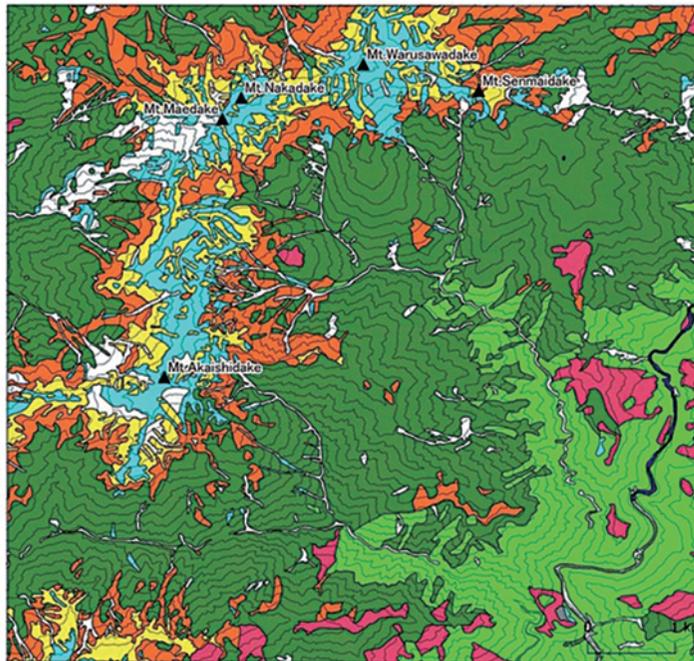


図4 相観(一部優占種)による植生図

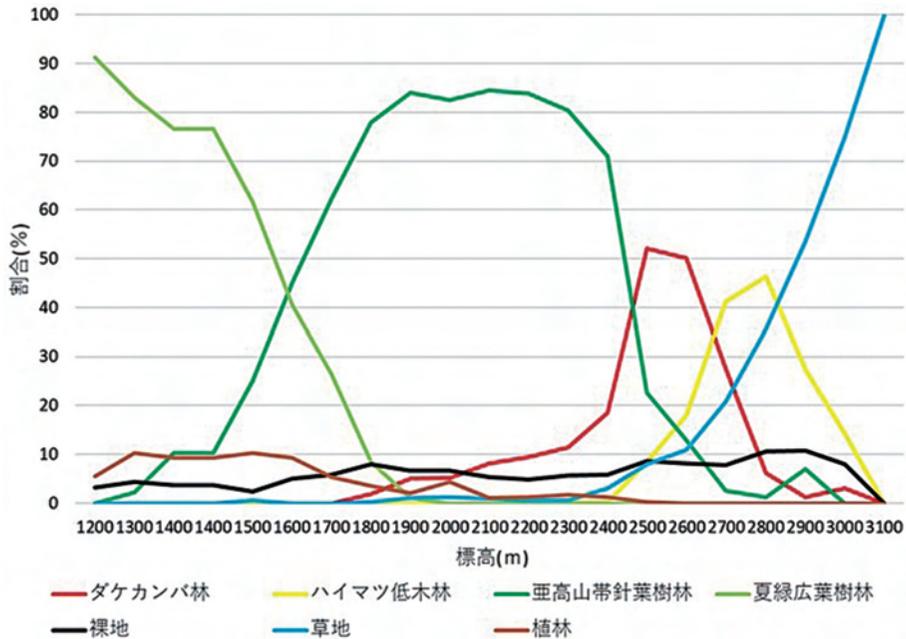


図5 標高ごとの植生分布割合

高ごとの植生分布割合である。

この地域における植生の垂直分布は、標高1,600m付近までは夏緑広葉樹林の割合が最も多く、それ以上では亜高山帯針葉樹林の割合が最も多くなる。亜高山帯針葉樹林は標高1,800~2,400mまでは70%を占めるが、標高2,400m付近から減少し、ダケカンバ林の割合が増加してくる。ダケカンバ林は標高2,500~2,650m付近で最も多く、この地域では森林限界付近にまとまったダケカンバ林が存在していることが分かる。また、標高2,650~2,800m付近ではハイマツ低木林が最も多くなり、標高2,800m以上では風衝草原や高山荒原などの高山帯植生が最も多くなった。

2. 標高傾度にもなうダケカンバ林の変化

毎木調査から得られた各データの一覧を表1に示す。

各調査区のRBAを用いて行ったクラスター分析の結果を図6に示す。クラスター分析の結

果から、調査区7・8・9・10・11・12・14が独立したクラスターとして抽出された。これらの調査区は標高2,570~2,660mに相当する。

図7は標高ごとのRBAの値を示した図である。標高2,010~2,560mでは、混交樹種にシラビソ (*Abies veitchii*)・オオシラビソ (*Abies mariesii*) などの亜高山帯を代表する針葉樹や、ナナカマド (*Sorbus commixta*)・タカネザクラ (*Cerasus nipponica*) などの夏緑広葉樹が出現した。クラスター分析で抽出された標高2,570~2,660mでは、混交樹種は少なく一部にシラビソ・オオシラビソが混交するのみで、ダケカンバが90%以上を占めた。標高2,660~2,720mでは、シラビソ・オオシラビソが出現し、これらの針葉樹が20~60%を占める林分となった。

各調査区の針葉樹混交率と偏形・損傷幹数を図8に示す。針葉樹混交率は調査区ごとの全幹数に対する針葉樹幹数の割合とした。偏形・損傷幹数は100m²あたりの値である。針葉樹混

表 1 各調査区のデータ一覧

No.	標高(m)	樹種*	高径階分布(cm)						BA (m ² /ha)	BA合計 (m ² /ha)	RBA	優占種**
			1-3	3-6	6-9	9-12	12-15	15-				
1	2720	オオシラビソ	6	11	2	-	-	-	2.7	70.9	2種優占	1
		ダケカンバ	10	6	-	-	-	-	1.1	29.1	1種優占	2
2	2700	ダケカンバ	1	3	4	-	-	3	22.5	77.2	1種優占	1
		シラビソ	1	-	1	-	2	-	3.6	12.2		
3	2700	オオシラビソ	-	1	3	-	1	-	3.1	10.6		
		ダケカンバ	7	12	6	5	2	2	28.1	63.4	1種優占	1
4	2680	オオシラビソ	-	1	-	1	-	2	5.6	16.5		
		ダケカンバ	8	14	1	1	-	1	11.3	53.3	2種優占	1
5	2680	オオシラビソ	1	-	-	-	-	-	0.0	0.1		
		ダケカンバ	9	21	7	4	-	-	9.9	46.6	1種優占	2
6	2660	オオシラビソ	1	-	-	-	-	-	0.0	0.1		
		ダケカンバ	4	3	1	1	2	2	9.6	42.7	3種優占	1
7	2660	ダケカンバ	4	6	5	5	1	-	9.5	42.0	1種優占	1
		オオシラビソ	-	1	1	1	-	1	3.5	15.3		2
8	2650	ダケカンバ	3	3	4	5	9	1	21.7	100.0	1種優占	1
		オオシラビソ	3	4	4	3	-	4	17.0	17.0	1種優占	1
9	2640	ダケカンバ	1	3	4	3	6	1	14.9	14.9	1種優占	1
		オオシラビソ	1	8	9	9	7	2	30.5	99.8	1種優占	1
10	2600	ダケカンバ	1	-	-	-	-	-	0.0	0.2		
		オオシラビソ	10	9	14	3	-	-	10.6	99.9	1種優占	1
11	2600	ダケカンバ	1	-	-	-	-	-	0.0	0.1		
		オオシラビソ	-	2	1	1	1	4	20.7	93.9	1種優占	1
12	2580	オオシラビソ	-	-	-	-	1	-	1.1	5.2		
		シラビソ	3	-	-	-	-	-	0.1	0.7		
13	2570	シラビソ	2	-	-	-	-	-	0.0	0.2		
		ダケカンバ	3	13	13	6	-	-	13.6	99.3	2種優占	1
14	2570	オオシラビソ	6	-	-	-	-	-	0.1	0.7		
		ダケカンバ	8	9	6	3	1	-	9.1	63.8	2種優占	1
15	2560	オオシラビソ	-	1	-	-	-	1	3.4	23.5	1種優占	2
		ダケカンバ	8	1	2	6	1	4	19.9	99.1	1種優占	1
16	2510	オオシラビソ	1	1	-	-	-	-	0.1	0.4		
		オガラバナ	1	1	-	-	-	-	0.1	0.4		
17	2500	シラビソ	-	1	-	-	-	-	0.1	0.4		
		ダケカンバ	7	10	1	-	2	-	4.7	27.7	1種優占	1
18	2500	オオシラビソ	-	1	-	-	-	-	0.1	0.4		
		オガラバナ	-	7	5	2	1	-	6.6	31.2	4種優占	1
19	2470	オオシラビソ	-	-	1	1	-	1	5.0	24.0	2種優占	2
		シラビソ	4	5	5	-	1	-	5.0	23.8	3種優占	3
20	2360	オオシラビソ	-	4	2	-	1	-	2.8	13.3	4種優占	4
		ナナカマド	-	-	-	2	-	-	1.6	7.7		
21	2310	ダケカンバ	-	-	7	3	2	1	10.2	38.5	3種優占	1
		シラビソ	2	-	2	-	2	1	7.8	29.3		2
22	2250	オオシラビソ	-	-	1	-	3	1	7.0	26.5	3種優占	3
		シラビソ	-	-	1	-	1	-	1.3	4.9		
23	2110	オオシラビソ	-	1	-	-	-	-	0.2	0.9		
		ダケカンバ	-	-	-	-	-	4	34.9	52.8	3種優占	1
24	2040	シラビソ	-	-	-	-	-	-	0.0	0.1		
		シラビソ	-	-	-	2	1	4	14.7	22.3		2
25	2010	シラビソ	-	-	-	-	-	-	0.0	0.1		
		シラビソ	-	-	-	-	-	1	11.1	16.8		3
26	2010	シラビソ	3	4	-	-	2	5.4	8.1			
		シラビソ	3	2	6	3	-	1	10.4	42.0	4種優占	1
27	2010	ダケカンバ	1	1	2	3	1	-	5.0	20.1	2種優占	2
		シラビソ	1	3	-	-	-	1	4.9	19.9	3種優占	3
28	2010	オオシラビソ	1	1	-	1	-	1	4.5	18.0	4種優占	4
		シラビソ	1	4	2	3	6	14	61.7	83.0	1種優占	1
29	2010	ダケカンバ	1	-	2	1	-	1	7.1	9.6		
		シラビソ	1	2	1	-	-	1	4.2	5.7		
30	2010	オオシラビソ	-	-	-	-	1	-	1.3	1.7		
		オオシラビソ	-	-	3	1	3	4	16.3	34.1	4種優占	1
31	2010	シラビソ	7	11	-	7	-	3	13.6	28.6	2種優占	2
		オオシラビソ	-	1	3	4	-	2	10.3	21.5		3
32	2010	シラビソ	-	-	1	-	-	2	6.7	14.0		
		オオシラビソ	-	1	1	-	-	-	0.9	1.8		
33	2010	ダケカンバ	-	-	1	3	3	6	26.7	51.9	3種優占	1
		シラビソ	-	1	3	4	-	2	10.3	20.0	2種優占	2
34	2010	シラビソ	6	7	2	2	1	1	8.4	16.3		
		オオシラビソ	1	-	-	2	1	1	5.2	10.1		
35	2010	シラビソ	-	-	-	1	-	-	0.9	1.7		
		ダケカンバ	-	-	-	-	1	7	34.5	69.8	1種優占	1
36	2010	シラビソ	9	1	4	2	1	1	8.3	16.8		
		ナナカマド	-	-	1	3	-	1	4.6	9.3		
37	2010	オオシラビソ	-	-	-	1	-	-	1.1	2.3		
		シラビソ	1	-	-	1	-	-	0.9	1.8		
38	2010	ダケカンバ	-	-	-	1	3	5	25.3	57.4	3種優占	1
		オオシラビソ	-	-	-	3	2	2	11.3	25.6	2種優占	2
39	2010	シラビソ	-	-	-	-	2	1	7.2	16.4	1種優占	3
		シラビソ	-	1	-	-	-	-	0.2	0.6		
40	2010	ダケカンバ	-	-	-	3	4	6	27.5	57.9	3種優占	1
		オオシラビソ	-	-	-	1	2	1	8.9	18.6	2種優占	2
41	2010	シラビソ	-	-	-	1	2	7.5	15.8	3種優占	3	
		シラビソ	-	-	1	-	1	2	3.6	7.6		
42	2010	ダケカンバ	-	1	5	10	4	3	23.6	71.6	1種優占	1
		オオシラビソ	2	2	2	-	1	1	4.5	13.5		
43	2010	ナナカマド	-	5	2	1	-	-	2.6	7.8		
		オガラバナ	-	2	-	-	-	-	1.0	3.0		
44	2010	タカネザクラ	-	-	-	1	-	-	0.7	2.1		
		シラビソ	-	1	1	-	-	-	0.6	1.7		
45	2010	シラビソ	-	1	-	-	-	-	0.1	0.3		
		シラビソ	-	1	-	-	-	-	0.1	0.3		

*文字の網掛けは優占種 **優占種は優占種判定法(Ohsawa1984)による

交率は、標高2,010~2,560mまでは20~80%、標高2,570~2,660mまでは、調査区13(標高2,600m)を除き10%以下、標高2,680~2,720mでは、調査区3(標高2,700m)を除き約40%となった。針葉樹の偏りは標高2,560m以上から見られ、損傷は標高2,310m以上からみられた。

3. 標高傾度にもなうダケカンバの樹形の変化

ダケカンバの樹形の変化の要因を推定するために重回帰分析を行った。目的変数は、樹形の形質の樹高・樹冠長率・萌芽幹数・根元曲がりとした。説明変数は、標高・傾斜・斜面方位・45×45mのラプラシアン(以下LAP45)・15×15mのラプラシアン(以下LAP15)とした。すべての説明変数は標準化を行った。作成されたモデルはStepwise法を用いてAICによるモデル選択を行った。

説明変数に使用した、標高・傾斜・斜面方位・LAP45・LAP15はGISを用いて5mメッシュの基盤地図情報数値標高モデルから作成し(図9)、各要素のセル値を調査区のポイントデータに抽出し使用した。また、斜面方位は360度方位をサイン変換により南北方向を-1(南)~1(北)、コサイン変換により東西方向を-1(西)~1(東)として使用した。

重回帰分析の結果を表2に示す。各樹形の形質において上位5モデルすべてに標高が入った。また、ベストモデルには標高以外で、樹高には方位(東西)・傾斜、樹冠長率には方位(南北)・LAP15・LAP45、萌芽幹数にはLAP15・LAP45・傾斜、根元曲がりにはLAP45・方位(東西)・傾斜が入った。以下では、標高と樹形の関係について記述を行う。

図10に標高による樹高の変化を示す。標高2,000mでは最大樹高は13mで標高2,700mでの最大樹高は8mとなった。標高の上昇にともない樹高の低下がみられた。

図11は標高による胸高直径の変化である。

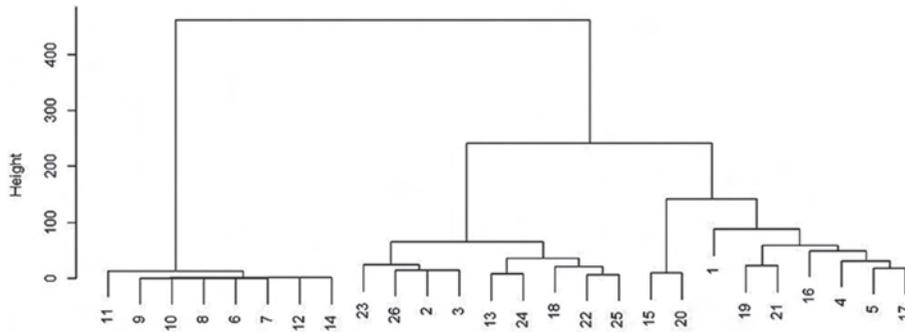


図6 RBAを用いたクラスター分析の結果
ユークリッド距離とワード法を用いた

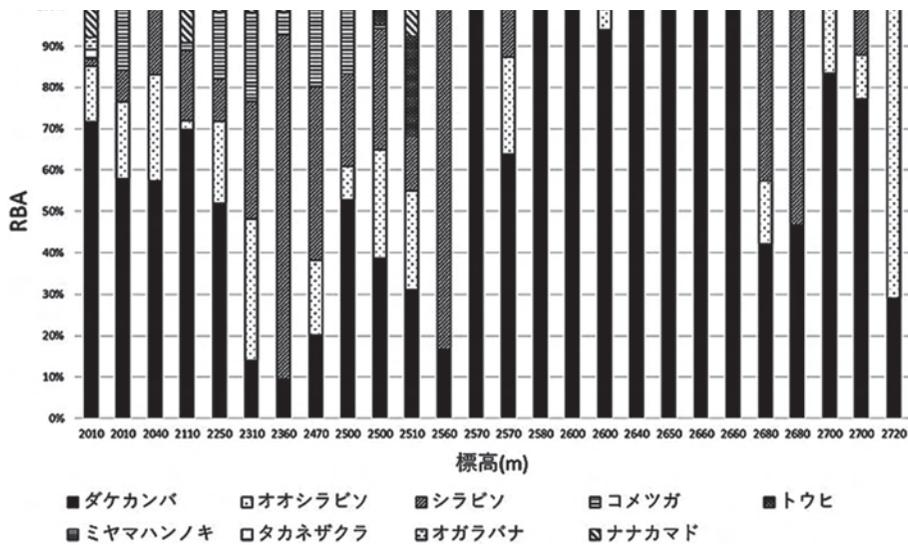


図7 標高ごとのRBAの値

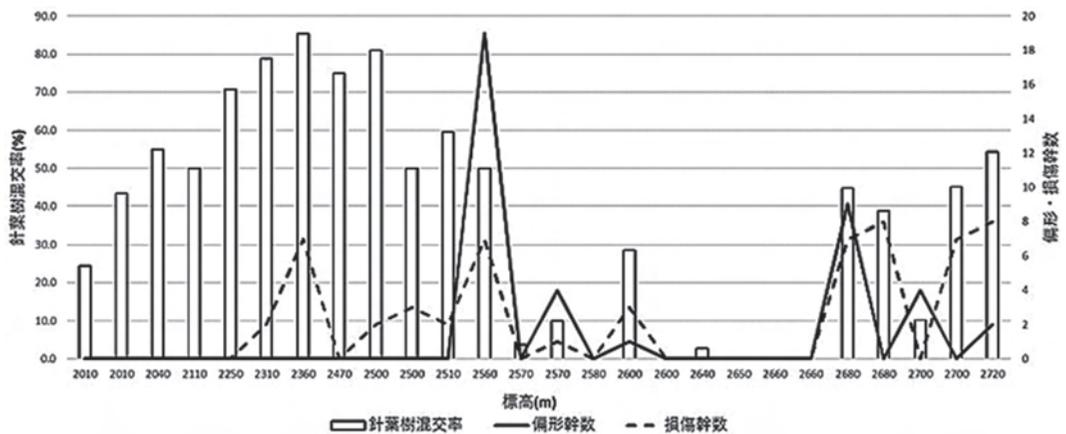


図8 標高ごとの針葉樹混交率と針葉樹の偏形・損傷幹数

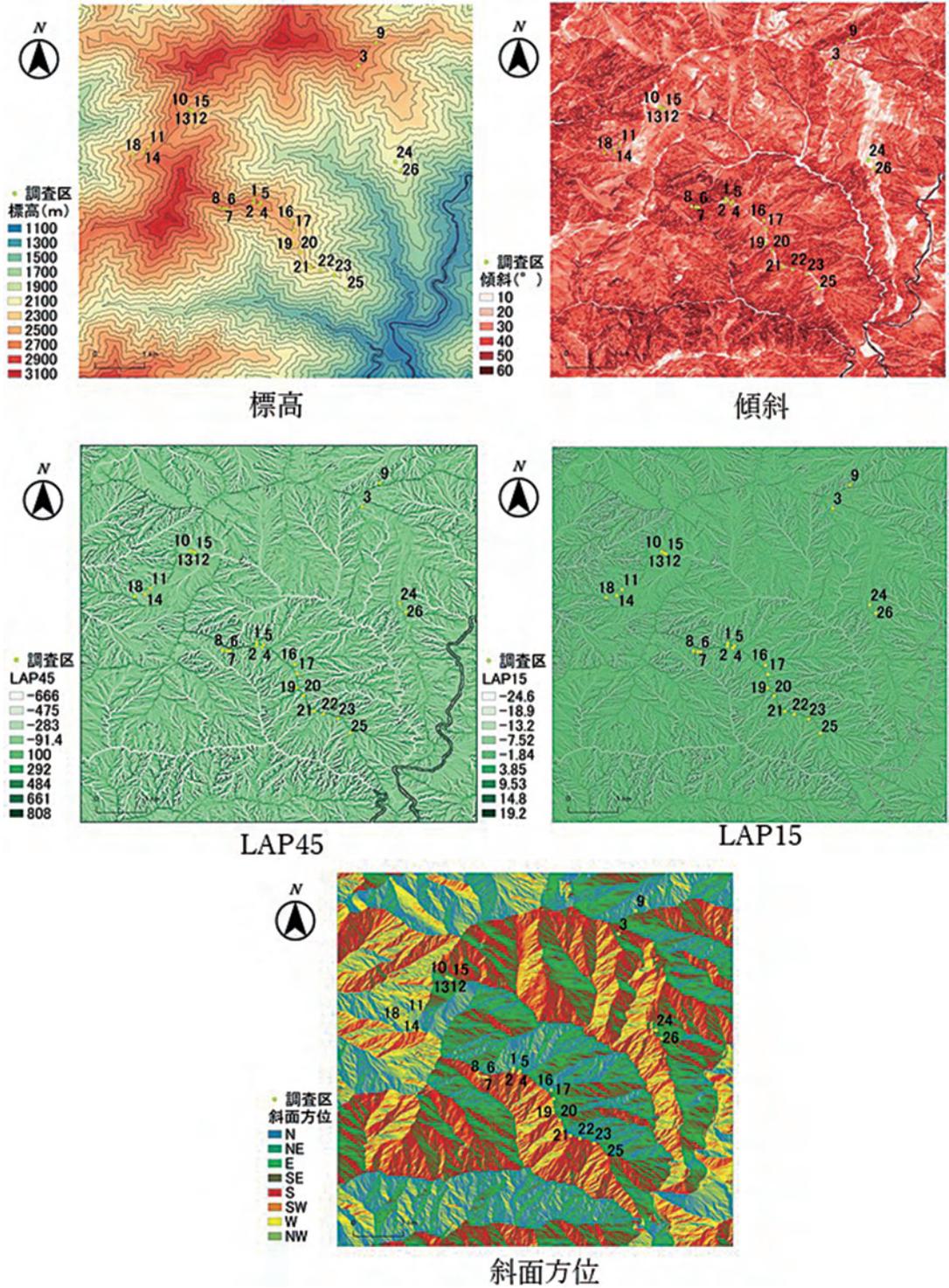


図9 GISによる地形解析の結果

表2 重回帰分析の結果

樹高に対する線形重回帰の結果

	標準偏差	誤差	t 値	p 値	有意性※
切片	5.25552	0.08447	62.22	<2E-16	***
標高	-1.88362	0.09326	-20.197	<2E-16	***
傾斜	0.32765	0.10672	3.07	0.00233	**
LAP45	0.09009	0.15716	0.573	0.56691	
LAP15	0.02131	0.15635	0.136	0.89167	
方位(東西)	0.34262	0.1102	3.109	0.00205	**
方位(南北)	-0.06151	0.10214	-0.602	0.54748	

※ 0 '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 '.' 1

樹冠長率に対する線形重回帰の結果

	標準偏差	誤差	t 値	p 値	有意性※
切片	41.2772	0.7562	54.584	<2E-12	***
標高	6.3437	0.8349	7.598	3.59E-13	***
傾斜	-0.9807	0.9554	-1.026	0.3055	
LAP45	3.4461	1.407	2.449	0.0149	*
LAP15	-8.596	1.3997	-6.141	2.51E-09	***
方位(東西)	0.6344	0.9866	0.643	0.5207	
方位(南北)	1.5317	0.9144	1.675	0.0949	

※ 0 '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 '.' 1

幹数に対する線形重回帰の結果

	標準偏差	誤差	t 値	p 値	有意性※
切片	1.435331	0.044087	32.557	<2E-16	***
標高	0.252598	0.048677	5.189	3.82E-07	***
傾斜	-0.20193	0.055702	-3.625	0.000337	***
LAP45	0.188614	0.082026	2.299	0.022145	*
LAP15	-0.11876	0.081605	-1.455	0.146597	
方位(東西)	-0.06054	0.057516	-1.053	0.293335	
方位(南北)	0.009732	0.053312	0.183	0.855275	

※ 0 '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 '.' 1

根曲がりに対する線形重回帰の結果

	標準偏差	誤差	t 値	p 値	有意性※
切片	97.635	2.93	33.318	<2E-16	***
標高	11.56	3.235	3.573	0.000409	***
傾斜	26.926	3.702	7.273	2.90E-12	***
LAP45	-18.839	5.452	-3.455	0.000626	***
LAP15	-2.275	5.424	-0.419	0.675214	
方位(東西)	-7.676	3.823	-2.008	0.045533	*
方位(南北)	3.448	3.544	0.973	0.331359	

※ 0 '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 '.' 1

上位5モデルとそのAIC

					AIC
標高			方位(東西)	傾斜	1162.4
標高		LAP45	方位(東西)	傾斜	1163.9
標高	LAP15		方位(東西)	傾斜	1164.1
標高	方位(南北)		方位(東西)	傾斜	1164.5
標高	方位(南北)	LAP45	方位(東西)	傾斜	1165.6

上位5モデルとそのAIC

					AIC
標高	方位(南北)	LAP15	LAP45		2555.4
標高	方位(南北)	LAP45	LAP15	傾斜	2555.7
標高		LAP45	LAP15		2556.3
標高	方位(南北)	LAP45	LAP15	方位(東西)	2556.4
標高		LAP45	LAP15	方位(東西)	2556.8

上位5モデルとそのAIC

					AIC
標高		LAP15	LAP45	傾斜	752.4
標高		LAP15	LAP45	方位(東西)	753.4
標高			LAP45	方位(東西)	753.5
標高			LAP45	傾斜	754.4
標高	方位(南北)	LAP15	LAP45	傾斜	754.5

上位5モデルとそのAIC

					AIC	
標高			LAP45	方位(東西)	傾斜	3413
標高	方位(南北)		LAP45	方位(東西)	傾斜	3414.3
標高		LAP15	LAP45	方位(東西)	傾斜	3415.1
標高			LAP45	傾斜	3415.4	
標高	方位(南北)	LAP15	LAP45	方位(東西)	傾斜	3416.2

標高の上昇にともない小径木の個体は増加したが、大径木の個体は標高に関係なく出現した。

標高による樹高/胸高直径比の変化を図12に示す。この値は小さいほど胸高直径に対して樹高が低い、いわゆるずんぐりした樹形となり、値が大きいほど胸高直径に対して樹高が高い、細長い樹形となる。また、小径木は胸高直径に対して樹高が高くなりやすいため、胸高直径10cm以上を対象とした。標高2,000~2,400mでは0.3~1の値に分布し最も多いのは0.5~0.7

となった。また、標高2,400m以上では0.2~0.9の値に分布し、最も多いのは0.3~0.5となった。以上のように、標高2,400m付近から細長い樹形から、ずんぐりした樹形へと変化した。

図13は標高による樹冠長率の変化である。標高の上昇にともない樹冠長率は大きくなった。標高2,000~2,500m付近までの樹冠長率は15~40%で、標高2,500m以上では15~80%となった。

図14に標高による萌芽幹数の変化を示す。

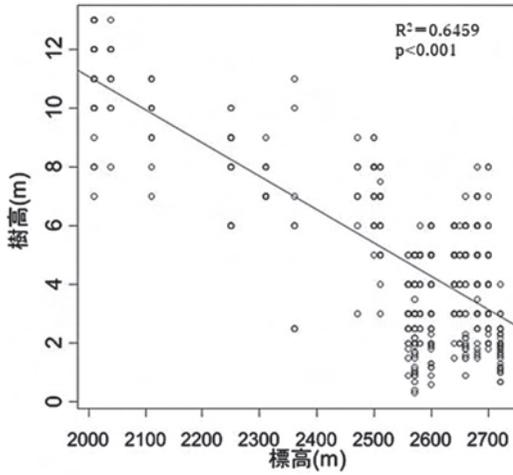


図10 標高による樹高の変化

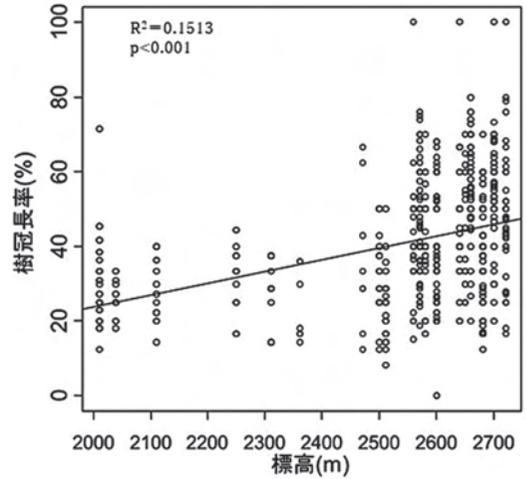


図13 標高による樹冠長率の変化

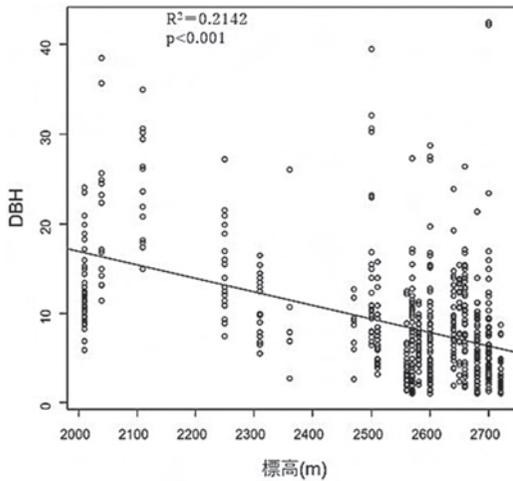


図11 標高による胸高直径の変化

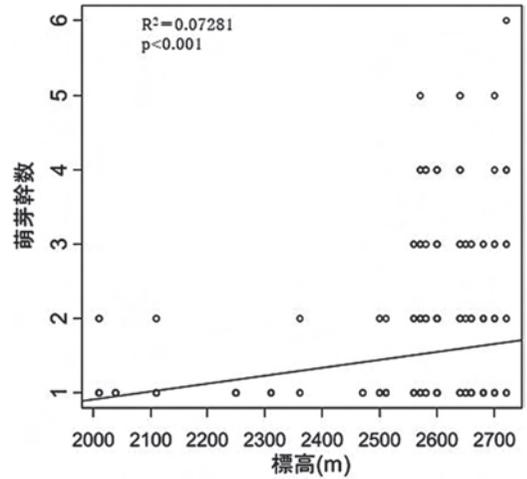


図14 樹高による萌芽幹数の変化

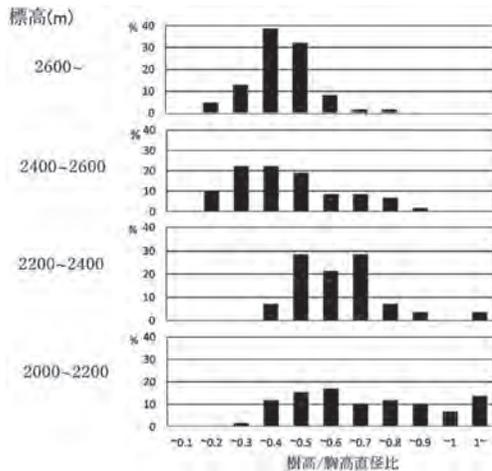


図12 標高による樹高/胸高直径比の変化
胸高直径10cm以上を対象

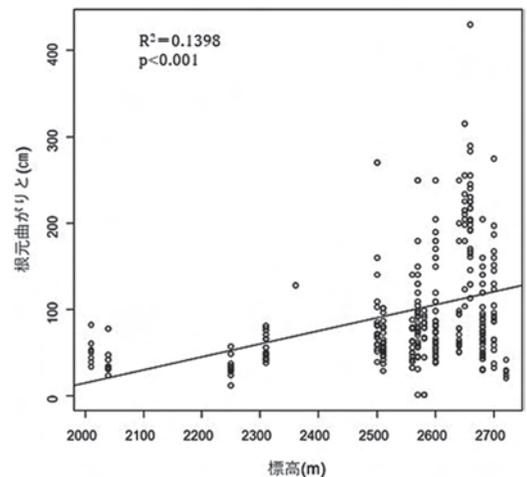


図15 標高による根元曲がりの変化

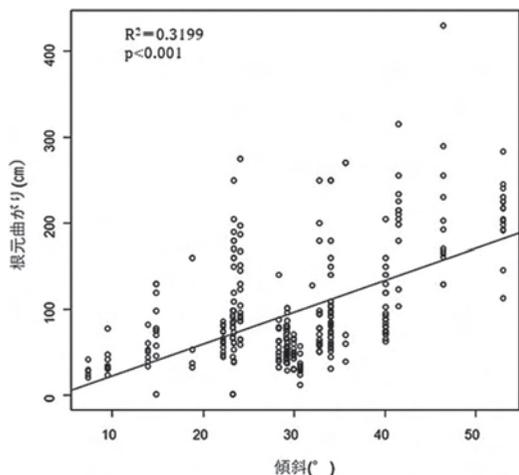


図16 傾斜と根元曲がりの関係

標高2,500m付近から萌芽幹数は増加した。標高2,500m付近までは最大2本、標高2,500m以上では最大6本の個体が確認できた。

根元曲がりは、標高と傾斜に相関関係が確認できた。図15は標高による根元曲がりの変化である。標高の上昇にともない根元曲がりの大きい個体が増加した。特に標高2,500m付近か

らは根元曲がりは大きくなった。また、標高2,650m付近で根元曲がりは最も大きく、標高2,700m付近では再び小さくなった。図16は傾斜と根元曲がりの関係である。傾斜が急な所ほど根元曲がりが大きくなった。

V. 考察

図17は今回の調査で得られた結果をもとに、標高とダケカンバ林およびダケカンバの樹形の関係を模式的に表した図である。標高2,500m付近までのダケカンバ林は針葉樹林内の攪乱跡地に一斉林として成立しており、混交樹種は多い。そこでの樹形は、樹高が高く10m以上となり、細長い。また、樹冠が小さく、萌芽はほとんど無く1本の幹となった。標高2,500m以上の森林限界付近のダケカンバ林は、極相林的で混交樹種は2,660m付近までは、ほとんど無い。しかし、より標高の高いところでは、シラビソ・オオシラビソが混交していた。樹形は、樹高は低く5mほどで、ずんぐりしており、樹冠が大きい。萌芽が多く発生しており、複数の

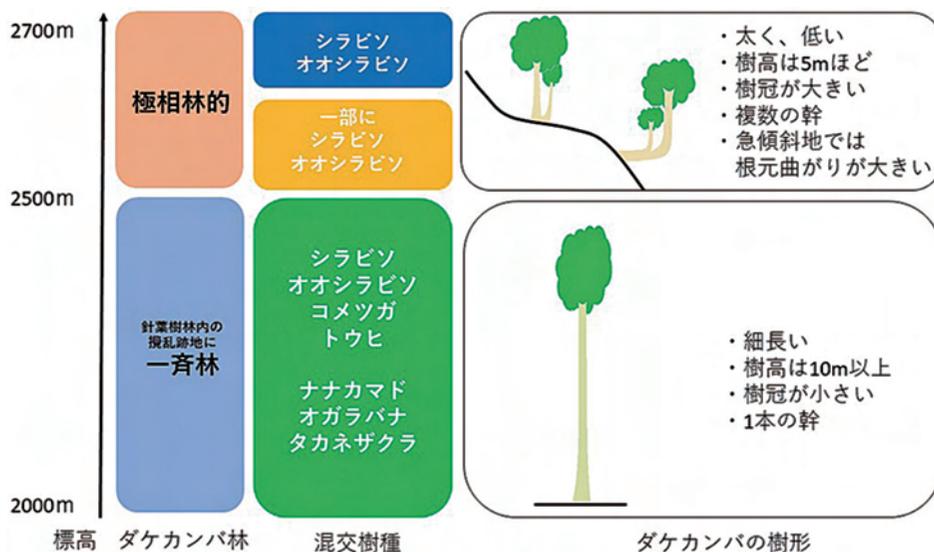


図17 標高傾度にもなうダケカンバ林とダケカンバの樹形の関係

幹を持つ。また、急傾斜地では根元曲がりが大きくなった。

森林限界付近のダケカンバ林と樹形の特徴は、これまでの報告(石田ほか 2014; 沖津 1989, 1991, 1992)と基本的なパターンとしては同様な結果であり、これは森林限界付近のダケカンバの一般的な特徴と考えられる。いっぽうで本研究では、「針葉樹林内のダケカンバ林と森林限界付近のダケカンバ林とでは、樹形や混交樹種の特徴が大きく異なること」、および「標高の上昇にともなうこれらの変化は連続的なものではなく、標高2,500m付近からその特徴が大きく変化すること」が、新たにわかった。以下では、ダケカンバ林の分布と成立の要因について、ダケカンバの樹形および混交樹種などの観点から考察を行う。

1. 針葉樹林内のダケカンバ林

ダケカンバにはパイオニア種として遷移の初期段階などで優占林を形成する面と、特定の地域においては、極相林を形成する面の2つの側面がある。後者についてはカムチャツカ半島沿岸地域においてダケカンバの極相林が報告されている(沖津 2002; 小島 1994)。

針葉樹林内のダケカンバ林は、パイオニア種としての生態によって優占林が形成されていると考えられる。直径階分布は山形が多く(表1)、ダケカンバが一斉に侵入したと考えられる。ダケカンバの種子は風散布で、発芽には一定以上の光量が必要である(森 1998)。そのため、大規模ギャップや崩壊跡地などの攪乱によって林冠が開き、林床まで光が届くようになった場所でダケカンバ優占林が形成されると考えられる。そのため針葉樹林内にパッチ状に林分が分布する。石田ほか(2014)では、このような林分はネコシデーダケカンバ群集として記載されており、この林分は遷移が進むにつれて針葉樹林に移り変わると述べている。今回の調査の結果においても、標高2,500m付近までのダケカンバ

は小径木の個体が少なかったことや(図11)、混交樹種がシラビソ・オオシラビソ・ナナカマドなどの亜高山帯針葉樹林の構成種であること(図7)、針葉樹混交率が高いこと(図8)などから、これらの林分は今後、針葉樹林に移り変わっていくと考えられる。

樹形に関しては開口した林冠を一早く埋めるために伸長成長が速く樹高は10m以上に成長し、細長い樹形になると考えられる。また、周囲を針葉樹に囲まれているために樹冠を広げることができずに、樹冠は小さくなると考えられる。針葉樹林内のダケカンバは同一立地で個体を維持するよりも、新しくできた攪乱跡地に種子散布を行うことが重要であり、そのため萌芽はほとんど行わず、1本の幹の個体が多いと考えられる。

2. 森林限界付近のダケカンバ林

森林限界付近のダケカンバ林は、ダケカンバの極相林を形成するなんらかの機構によって、優占林が形成されていると考えられる。直径階分布はL字型の分布を示し(表1)、混交樹種数や針葉樹混交率が少ないため、ダケカンバ1種の優占が維持された状態での更新が行われているのかもしれない。

樹形に関しては、森林限界付近のダケカンバ林は疎林でBA合計は4~30m²/haほどである(表1)。そのため、樹冠を広げることができ、樹冠長率は大きくなると考えられる(図13)。また、樹高が高いことは、山頂現象が働く森林限界付近では強風を受けやすく、不利益となる。そのため樹高は低下し5mほどにとどまると考えられる。しかし、ダケカンバは長寿であり肥大成長は続くため、胸高直径に対して樹高の低い、ずんぐりした樹形のダケカンバが増えると考えられる。

萌芽幹数に関しては、沖津(1991, 1992)では森林限界付近の厳しい環境条件下において、萌芽は更新や個体維持にとって重要だと述べら

れている。針葉樹林内のダケカンバは同一立地で更新は行わないが、森林限界付近では更新が行えるため、萌芽が重要になり萌芽幹数が増加したと考えられる。

石田ほか(2014)では、森林限界付近のダケカンバ林について、タカネノガリヤスーダケカンバ群集とハイマツーダケカンバ群集として記載している。前者は、標高2,200~2,750mに分布し、標高2,500m以上では広葉草原や雪田植生の周縁部に多く見られる。ダケカンバの根元曲がりが大きく、凹型傾斜や急傾斜地に分布するという特徴がある。この群落は、積雪によって針葉樹の侵入・定着ができない立地に、幹の柔軟性が高いダケカンバが安定して侵入・定着した群落だと述べている。後者は、標高2,600~2,750mのコケモモーハイマツ群集の周辺の斜面直下に分布する。風衝側斜面では小径木の針葉樹が多いという特徴がある。この群落は針葉樹の生育が春先の乾燥ストレスによって阻害された場所に成立すると述べられている。これらのダケカンバ林は気候の極相である針葉樹林が成立できない立地に成立した群落であると述べられている。

森林限界付近のダケカンバ林を植生帯としてのダケカンバ帯として認めるか否かについては、様々な議論がなされている。沖津(1987)では、研究者によってダケカンバ帯を認める立場と、認めない立場があるとし、認めない立場としては、ダケカンバ帯は土地的、あるいは2次的な存在で、本来針葉樹林が分布する領域を何らかの要因で針葉樹が欠落した場合に成立するという考えである。いっぽうで認める立場としては、水平分布との関連から北海道においてはダケカンバ帯を植生帯として認めるという考えがあると述べている。沖津(2002)では、カムチャツカ半島から北海道にかけての山岳で森林限界を形成するダケカンバ林は、量的構成、更新、種類組成の共通性が高いとし、北海道のダケカンバ林とカムチャツカ半島のダケカンバ

林はきわめて近縁で、植生地理学的には互いに相同の関係にあると述べている。

今回の調査で得られた結果では、森林限界付近の上部ではシラビソ・オオシラビソか混交し、下部ではほとんど混交樹種はなく、ダケカンバの純林となった。森林限界付近の下部のダケカンバ林は、標高2,650m付近で根元曲がりが大きかったことや(図15)、傾斜との関係(図16)から、石田ほか(2014)における、タカネノガリヤスーダケカンバ群集に相当すると考えられる。森林限界の上部のダケカンバ林は、石田ほか(2014)のハイマツーダケカンバ群落と生育立地は一致した。しかし、針葉樹の混交率が多いことから、必ずしも針葉樹の生育が困難な場所に成立したダケカンバ林とは言い切れない。そのため、ダケカンバ帯が存在するとし、その分布が北海道までではなく、中部山岳地域まで広域的に分布しているとしたら、この群落がそれに相当すると考えられる。しかし、これらの議論については、今後、草本も含めた種組成調査を行い、相互に比較、検討する必要がある。また、今回の調査では尾根沿いの登山道周辺に調査区を設置したために、森林限界の上部と下部に分布が分かれた可能性があり、これらの分布について詳細に明らかにするためには、森林限界付近において地形や斜面方位などと分布の関係についても調査を行う必要がある。

3. 標高傾度にもなう変化

以上のように、標高2,500m付近までの針葉樹林内のダケカンバ林と、標高2,500m付近以上の森林限界付近のダケカンバ林は、同じダケカンバを優占種としながらも、全く異なる林分であると考えられる。そのためこれらの間には移行帯的なものは存在せず、標高2,500m付近を境に樹形や樹種構成などが大きく変化すると考えられた。

参考文献

- 天井澤暁裕・小山拓志・澤口晋一・増沢武弘 (2007) 荒川岳周辺の周水河斜面の分布. 増沢武弘編著『南アルプスの自然』251-256. 静岡県環境森林部自然保護室.
- 石田裕子・武生雅明・中村幸人 (2014) 南アルプス北岳におけるダケカンバ林の種組成と分布パターン. 植生学会誌. 31 : 129-142.
- 小川 肇 (1974) 尾瀬ヶ原南稜における風による偏形樹の成因およびその分布の示す意味について—その総観気候学的方法による検討—. 地理学評論47-7 : 437-461.
- 小川 肇 (2000) 偏形形態のタイプとその成因. 青山高義・小川 肇・岡秀一・梅本 亨編著『日本の気候景観—風と樹 風と集落—』7-11. 古今書院.
- 沖津 進 (1987) ダケカンバ帯. 伊藤浩司編著『北海道の植生』168-199. 北海道大学図書刊行会.
- 沖津 進 (1989) 本州中部山岳の森林限界付近に分布するダケカンバの樹高と胸高直径の関係. 植生地理・分類研究37. 2 : 149-153.
- 沖津 進 (1991) 本州中部山岳森林限界付近のダケカンバ萌芽株. 千葉大学園芸学部学術報告. 44 : 141-146.
- 沖津 進 (1992) 本州中部山岳森林限界付近に分布するダケカンバ林の更新. 千葉大学園芸学部学術報告45 : 1-6.
- 沖津 進 (2002) 極東ロシアにおける森林の分布と境界決定機構. 沖津 進著『北方植生の生態学』118-134. 古今書院.
- 小野寺弘道 (1996) 積雪環境に対する樹木の応答を読む. 雪氷防災研究発表会公演予稿集33-38.
- 小久保裕介・長谷川裕彦・増沢武弘 (2007) 赤石岳東面の氷河地形. 増沢武弘編著『南アルプスの自然』241-249. 静岡県環境森林部自然保護室.
- 小島 覚 (1994) カムチャツカ半島のダケカンバ林の植生と環境. 日本生態学会誌. 44 : 49-59.
- 酒井暁子 (1997) 高木性樹木における萌芽の生態学的意味—生活史戦略としての萌芽特性—. 種生物学研究. 21 : 1-12.
- 田中艸太郎 (1986) ハヶ岳連峰の森林限界—特に地形との対応関係について—. 東北地理. 38 : 167-179.
- 日本地質学会 (2006) 『日本地方地質誌4 中部地方』朝倉書店.
- 八田洋章 (1995) 樹形はどのようにつくられるのか—樹形形成過程の認識—. 筑波実験植物園研報. 14 : 1-33.
- 林 将之 (2014) 『山溪ハンディ図鑑14 樹木の葉実物スキャンで見分ける1100種類』. 山と溪谷社
- 森 徳典 (1998) カバノキ属 *Betula linn.* 『日本樹木種子広葉樹編』(勝田 柁・森 徳典・横山敏孝著). 社団法人林木育種協会. 39-47
- 李 承娥・沖津 進 (1997) 富士山の森林限界付近に分布するダケカンバとミヤマハンノキの樹形比較. 日林誌. 79 : 157-159.
- Dirk Gansert (2004) Treelines of Japanese Alps-altitudinal distribution and species composition under contrasting winter climates. FLORA.199: 143-156.
- Koichi Takahashi・Tatsuru Hirose・Ryohei Morishima (2012) How the timberline formed: altitudinal changes in stand structure and dynamics around the timberline in central Japan. Annals of Botany. 109: 1165-1174.
- Masahiko Ohsawa (1984) Differentiation of vegetation zones and species strategies in the subalpine region of Mt. Fuji. Vegetatio. 57: 15-52.

2016年度 国士舘大学大学院 地理・地域論コース 修士論文要旨

山東省東部地域における食品工業の成長に関する地理学的研究
—農副食品工業を中心に—

王 之琛

中国における食品工業は、中国経済の成長とともに1990年代から急速に成長してきた。とはいえ、中国の食品工業はすべての地域で均一に成長を遂げているわけではなく、その立地動向には地域差がある。一方、中国経済は急速な成長期から調整期へと変化するなかで、食品企業の成長を支える条件も変化しつつあると考えられる。それゆえ、今日における中国の食品工業の実態やその成長要因を捉えるためには、1990年代以降における食品企業の成長を支えた要因を歴史的に明らかにする必要がある。以上の問題意識に基づいて、本研究は次の二点を目的とした。一点目は、中国における食品工業の立地動向を分析し、その地域差の現状を明らかにすることである。二点目は、食品工業の立地が最も進んでいる山東省東部地域を対象に、農副食品加工業の成長の実態とその要因について明らかにすることである。

中国において食品工業の立地が進んでいる地域は、山東省をはじめとする中国東部とくに沿岸部の省であった。なかでも山東省はもっとも食品工業の立地企業数が多く、とりわけ山東半島に位置する東部4市で食品工業の成長が認められた。また、業種別にみると農副食品加工業の立地割合が高く、農副食品加工業の成長が山東省の食品工業の成長を牽引していることが明らかになった。

山東省東部地域における農副食品加工業の立地とその特徴として、次の点が明らかになった。まず、東部地域の農副食品加工業は、2000年代末まで急速に成長した。しかし、山東省全体に占める東部地域の農副食品加工業の割合は、低下傾向で推移している。また、東部地域の農副食品加工業は、地級市別にみると立地する業種（小分類）に地域差があることも明らかになった。さらに、近年では輸出額割合が低下傾向にあり、国内市場へ向けた販売額が増加している点も明らかになった。

こうした食品加工業の立地動向の特徴を踏まえて、山東省東部地域に立地する農副食品加工業の企業4社を対象とした現地調査結果に基づいて、企業の組織体制、食材調達体制や販路の変化等から各企業の成長要因を考察した。1990年代から2000年代初期にかけて実施された中央政府における農業政策と農産物・食品流通体制の改革は、山東省東部地域の農副食品加工業の成長を促した。とくに食品安全基準の強化策は、次第に生産基地と呼ばれる自社農場（直営農場）を増加させるとともに、そこでの生産が企業側の提供する生産資材、生産方法に基づくものへと変化していった。2000年代に相次いで生じた食品の安全性をめぐる事件が、生産の一元的管理体制を強化させるとともに、そのことが新たな販路の拡大にもつながっていった。また、2000年代後半になると、中国国内における加工食品市場の拡大に対応することで成長を遂げている企業が現れてきた。その一方で、日本の関係団体との協議を重ねて、輸出品の品質保持へ向けた地道な取り組みを続けながら、一定の企業規模を維持している企業もあることが明らかになった。

以上から、本研究はこれまでの研究において等閑視されてきた中国国内における食品工業の地域差に関わる知見を豊富化させるとともに、中国のなかで最も食品工業が立地する山東省東部において、多様化しながら成長する食品工業の実態と成長要因を捉えることができた。

2017年度 国士館大学 地理・環境専攻 卒業論文題目

氏名	題目
西山 笑莉	国立公園・国定公園におけるロープウェイ建設について
飯島 実紀	茨城県霞ヶ浦における湖岸植生の分布およびその変遷
小杉 純平	静岡県浜松市中田島砂丘の地形変化 —空中写真とUAV空中写真を使った解析から—
濱住 凨	海浜観光地域における民宿の形成と衰退理由 —千葉県九十九里町を事例に—
曾我部美紀	東京都における集中豪雨の特徴とその対策に関する研究
岡田 真次	太平洋型ブナ林の立地と更新 —山梨県松姫峠周辺を事例に—
横山 翔太郎	東京都における水道水源林の管理活動の実態と課題
鈴木 史也	高速道路インターチェンジ新設による地域の変容について —柏インターチェンジを事例に—
松永 幸也	湖沼および河川周辺の農業用水路における魚類群集の分布とその環境条件 —小貝川支流牛久沼を例に—
平井 大祐	群馬県南東部大間々扇状地における地下構造について
玉置 昂大	愛知県犬山城下町における観光客の目的と行動特性
清水 惇	茶を利用した地域振興への取り組み —静岡県掛川市東山を事例に—
小泉 壮平	福島県御霊櫃峠における周氷河性構造土の成因と分布
佐々木悠人	茶の消費変化に伴う茶産地の動向と産地存続へ向けた取り組みの実態 —埼玉県入間市を事例に—
稲宮 正美	東京都における信用金庫の立地特性
吉田 颯汰	多摩川河川敷における土地利用の経年変化 —多摩川上流域下流部～多摩川河口を対象に—
立澤 大樹	埼玉県三芳町における農村景観の保全へ向けた取り組みの実態
今里 悠	農業用水路における水生動物の分布とその成立要因 —神奈川県酒匂川中流域を例に—
杉田 凱	冒険遊び場の空間利用とその特性 —川崎子供夢パークを題材に—
澤田 雅裕	東京下町の地域イメージ —足立区・葛飾区・江戸川区を事例に—
山崎 佳奈	東京都における保育サービス需給の地域差の実態と要因
川崎 大輝	—社一村しずおか運動の成果と課題 —松崎町石部地区棚田保全推進委員会の取り組みを事例に—
安藤 将吾	沖縄本島北部で見られる海草海藻群落の分布状況 —嘉陽・赤崎海岸を例とする藻場面積の変容—
菊池 達哉	6次産業化の現状と課題 —茨城県の特産品開発を事例として—
安藤 嶺	愛媛県西条市の道前平野における水生植物の分布と環境要因
遠藤 慧	南アルプスにおける標高傾度に伴うダケカンバ林と樹形の変化
君塚 拓哉	広島都市圏における利用交通手段の現状

大門 知加	健康志向コンビニの立地と取扱商品について 一文京区・千代田区・中央区のナチュラル・ローソンを事例に―
糸賀 輝	地方鉄道における蒸気機関車の動態保存と利用者の実態 ―大井川鉄道を例に―
佐藤 孝樹	千葉県佐倉市における「歴史的植生景観」の現状とその残存過程
駒崎 友禎	静岡県狩野川中・下流域における沖積低地の地形環境の変化
三枝 豪	高速バスの地域的展開と利用者の特性 ―札幌駅前バスターミナルを事例として―
横溝 直也	寺社参詣鉄道について ―金刀比羅宮に関連する鉄道を事例に―
森 俊輔	大分県東部におけるイノシシによる獣害の実態と地域住民の対応
佐藤 正樹	定点観察からみる放置自転車の現状と問題点 ―大船駅周辺を事例に―
宮原 省太	イチゴ産地間競争下における産地維持のための取り組み ―栃木県真岡市を事例に―
渡部まりや	中目黒における街のイメージと古着屋の立地
石川 眞成	沖縄本島と離島の観光地域における宿泊業の形成 ―沖縄県名護市・渡嘉敷村を事例に―
前平 千晶	近年におけるゲームセンター店舗の特徴と立地 ―池袋を事例に―
荻原 若菜	長野県における6次産業化の推進事業の展開と事業者の経営実態
大門 龍弥	鎌倉市における世界遺産登録に対する取り組みと住民意識
岡澤 貴博	河川構造物が魚類群集に与える影響 ―荒川水系二河川の中流域を例に―
遠藤 敬太	千葉県における宿泊施設の動向
宇都宮和彦	金融機関の分布特性と信用金庫の地域貢献 ―宇和島信用金庫を事例に―
小池 朝行	Jリーグの「地域密着」
長谷川彩香	野菜の価格動向と産地に与えている影響
佐藤 汰嘉	山梨県北杜市における田園回帰の実態
田中 大輔	宿場町における歴史と景観の変遷 ―旧中山道板橋宿を事例に―
浜野 善治	旧日光街道の宿場町におけるスギ衰退の現状とその環境要因
伊藤 航平	隆起波食棚における岩石形態と岩石硬度の関係 ―神奈川県三浦市城ヶ島を例に―
鈴木 岳美	八ヶ岳西岳南西斜面におけるミズナラーチョウセンゴヨウーカラマツ混交林の分布とその要因
山本 竜平	国宝松江城における観光客の意識と行動
木村 龍矢	第2次大戦前後における日本橋周辺地域の土地利用の変化
岡田 悠暉	多摩丘陵南部の谷底部における景観の変遷 ―とくに小規模な盛土に着目して―

国士舘大学地理学報告 No.27

2019年3月10日 印刷

2019年3月20日 発行

編集 長谷川 均

発行 国士舘大学地理学会

会長 長谷川 均

〒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)3231/3232 (事務室)

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>

山梨県松姫峠の西側でみられた、南向斜面上部から平尾根にかけての立地に生育するブナ林の様子。太平洋型ブナ林としては珍しく、さまざまなサイズのブナ個体が生育しており、ブナ個体群が順調に再生している様子が伺われる（2017年8月25日、岡田真次撮影）。