

湘南海岸海浜部における植生の成立条件としての地形と土壌特性について

吉崎真司<sup>1</sup>・宍倉加奈美<sup>1</sup>・安達明子<sup>2</sup>・高橋麻子<sup>3</sup>

On the Topography and the Soil Condition for the development of vegetation at Shonan Beach, Kanagawa Prefecture

Shinji YOSHIZAKI<sup>1</sup>, Kanami SHISHIKURA<sup>1</sup>, Akiko ADACHI<sup>2</sup>, Asako TAKAHASHI<sup>3</sup>

Abstract: A field survey was conducted on the topography and the soil property for the development of coastal vegetation at Shonan beach, Kanagawa prefecture. 6 patterns of topography were recognized and those patterns were in relation to the position of sand fence, and the relief to the level of cycling road. Water contents, pH and Electrical conductivity(EC) were analyzed and some features were found on the vertical and horizontal distribution of their concentration. Further study would be necessary to make clear the relationship among the cation and anion in the sand, the position of sand fence, dynamism of underground water for the establishment of the coastal vegetation.

1 研究目的

1993年に成立した環境基本法以来、河川法(1997)・海岸法(1999)・港湾法(2000)等が次々に改正され、法の目的に環境の保全が組み入れられた。更に、2001年には「21世紀『環の国』づくり会議」報告において「自然再生型公共事業」の推進が提言され、2002年には「新・生物多様性国家戦略」及び「自然再生推進法」が成立するなど、わが国の環境政策は大きく変化してきた。

一方、我が国における自然海岸は急激に減少しつつあり、1978年から15年間で約2,400ha、年平均にして約160haの砂礫海岸が消失している。また、最近の余暇活動の増大により、海岸部には自転車道をはじめ様々な施設が建設されているが、それらが既存の海岸防災林の前面、すなわち防災林と後浜の間に建設される場合、後浜の状態によっては海岸から直接飛砂の影響を受け、結果として利用が困難になるケースが認められる。

本研究は、湘南海岸海浜部の保全と利用を考えるうえで、海浜部における地形や植生の修復及び創造の手法を検討するための基礎研究であり、特に植生の成立条件としての砂浜の地形と土壌特性を明らかにすることをねらいとしている。

なお、本研究の遂行にあたり神奈川県湘南なぎさ事務所にお世話になりました。御礼申し上げます。

2 研究対象地の概要

2.1 海浜部の概要

神奈川県南部の江ノ島から大磯に至る湘南海岸は、相模川により形成された相模平野の先端にあたる砂丘海岸で、昭和62年には「21世紀に引き継ぎたい日本の白砂青松100選」にも選ばれており、この海岸を守る

ため、海岸法に基づき国道134号線付近までの陸域と汀線から沖合50mから200mまでの水域に海岸保全区域が設定されている。

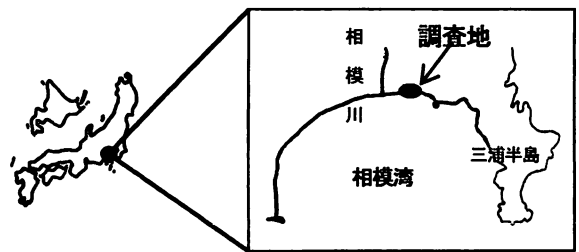


図1 調査地位置図

一方、高度経済成長とともに首都圏の自然の渾々々と失われる中、自然の海岸線を維持し続けてきた貴重な場所となっており、現在では、1985年(昭和60年)7月に策定された「湘南なぎさプラン」に基づいて、21世紀初頭を目標に、自然環境の保全、育成を図りながら、より良い環境の創造と海岸文化の形成を目指している。<sup>[2]</sup>

2.2 気象の状況

研究対象地に近い辻堂地域気象観測データ(1992-2000)によれば、年平均気温は15.9℃、平均年降水量は1447.9mmである。図2に気温と降水量の月別変化を示す。対象地域は8月の降水量が非常に少ないのが特

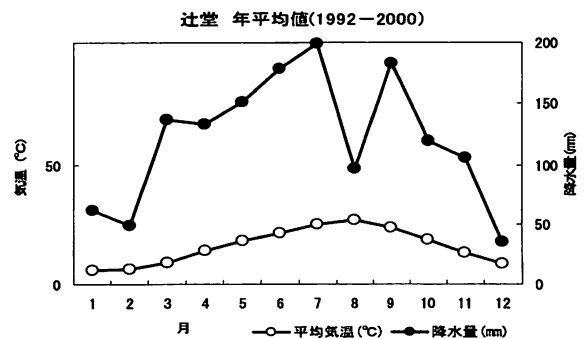


図2 対象地近傍の気温と降水量

1: 武蔵工業大学環境情報学部  
Faculty of Environmental and Information Studies,  
Musashi Institute of Technology

2: 株式会社シグマ  
Shiguma Co.,Ltd.

3: 株式会社カモシカスポーツ  
Kamoshika Sport Co.,Ltd

徴である。風速は年平均 4.1m/s とかなりの強風地帯であり、2002 年のデータでは秋から冬にかけては北から北北東、春から夏にかけては南南西の風が優勢である(図 3)。また、日平均最大風速 4m/s 以上の季節別発生日数を見ると、6-8 月に最も多く、その時期に吹く南南西の風が当該地域に多量の飛砂を発生させる要因となっている(図 4)。

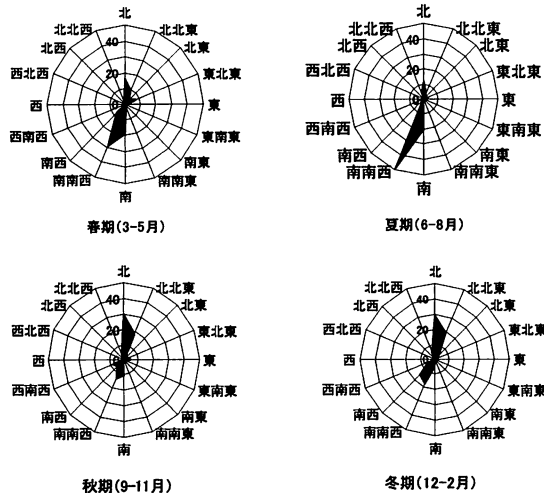


図 3 季節別風向の発生頻度(辻堂測候所, 2002)

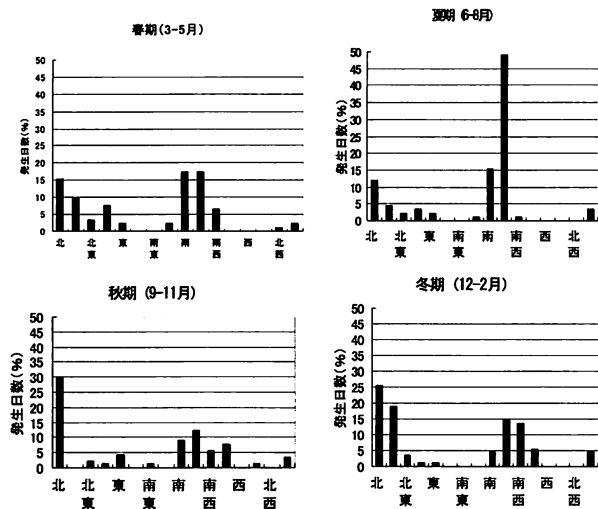


図 4 日平均最大風速 4m/s 以上の季節別発生日数

### 3 研究方法

#### 3.1 微地形と植生分布調査

図 5 に研究対象地である神奈川県湘南海岸の模式断面図を示す。図からわかるように、湘南海岸には海浜部と背後の防風林との間に自転車道があり、海側に何列かの砂防柵が設置されているが、自転車道への飛砂害は多い。本調査の対象とした区間は、前浜から後浜に至る海浜部である。

2001 年 10 月 5 日・6 日の二日間にわたって微地形調査を行った。調査は、藤沢市辻堂海岸の湘南なぎさ事務所前から鶴沼スケートパーク脇までの約 3.3km 区間の砂浜を対象地として、地形に特徴のある場所を 10

箇所選定し、自転車道から直角に汀線に向かって 10 本の観測線を設置し、水準測量によって地形と砂防柵の状況を把握した。また、4 観測線については、接線法によって出現種と植被率、植生帯の幅の計測を行った。

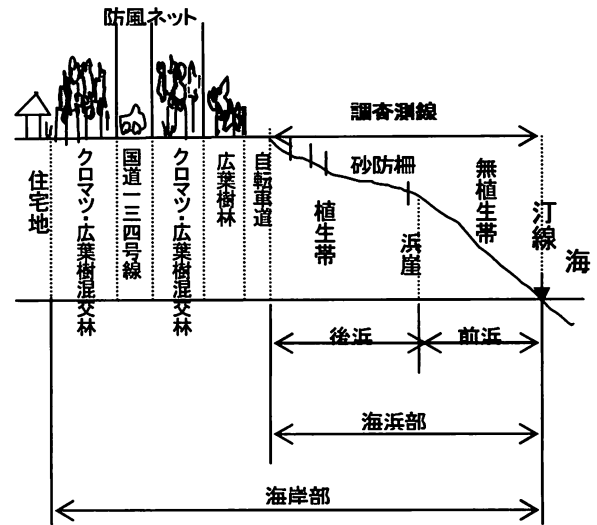


図 5 湘南海岸の模式断面図

#### 3.2 土壌調査

藤沢市辻堂海岸の浜須賀橋から辻堂海浜公園まで、約 1.5km の間で自転車道に直交する測線を地形や植生の特徴から 4 本設定し土壌調査を行った。調査は 2002 年 6 月 22 日、8 月 21 日、10 月 28 日に行った。図 6 のように汀線から 15m 間隔で試料採取ポイントを設定し、深さ 1m までを 7 層 (0~1, 1~5, 5~10, 10~30, 30~50, 50~70, 70~100cm) に分け、ハンドオーガーにより砂を採取し、室内へ持ち帰った後、含水比、pH(H<sub>2</sub>O)、電気伝導度(EC)を測定した。

なお、土壌採取日までの対象地近傍の気象状況は表 1 に示すとおりである。6 月 22 日、8 月 21 日、10 月 28 日の 3 回の採取日のうち 8 月は 3 日~2 日前までまとまった降雨があったが、他の 2 回は降雨の影響は小さいと判断した。

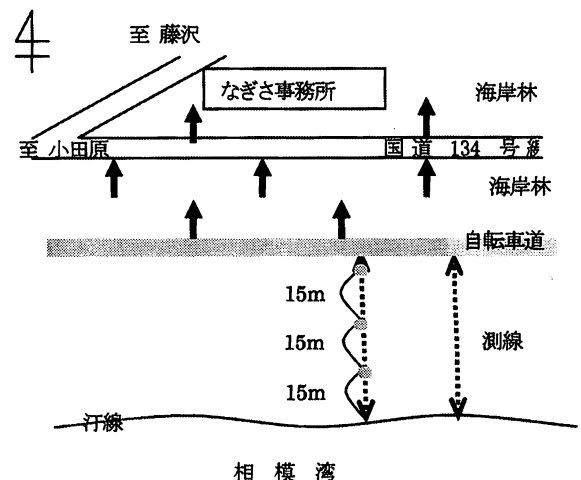


図 6 研究対象地の概要

表1 土壌採取日までの気象状況

月日	天気	降水量 (mm)	最大時間 降水量 (mm)	平均気温 (°C)
6/19	晴	0	0	20.9
6/20	曇後雨	20	6	19.8
6/21	曇後晴	1	1	22.1
<b>6/22</b>	雨後曇	1	1	19.2
8/18	雨	35	17	24.0
8/19	雨	94	16	25.1
8/20	快晴	0	0	28.2
<b>8/21</b>	晴	0	0	24.9
10/25	晴	0	0	16.0
10/26	雨後曇	1	1	14.6
10/27	霧後 快晴	0	0	15.9
<b>10/28</b>	快晴	0	0	14.0

\*表中、太字斜体の月日は土壌採取日を示す。

#### 4 調査結果および考察

##### 4.1 微地形と植生の分布

調査した10箇所について自転車道から汀線に向かって実施した地形測量の結果、地形断面を図7に示すように6つの類型に区分した。類型Iは自転車から汀線までの距離が約40mと非常に短いが浜崖部で地形が急に変化し、その後汀段部には砂防柵が格子状に4列にわたって設置してあるために、柵内は安定した環境となっている。砂防柵が比較的新しいために植被率は8.6%と低いが出現種はコウボウシバ、オカヒジキ、メヒシバ、コマツヨイグサの4種が確認された。類型IIの地形断面は類型Iとほぼ同様である。以前に設置した砂防柵が埋没しており、その過程でコウボウムギを主とする群落が成立し、調査時には植被率は36.9%に達しており、地表面を急速に安定化したものと考えられる。類型IIIは砂防柵が自転車道と汀線との中間地点付近に設置され、その背後にボードウークが設置されている。また、浜の地盤高が自転車道よりも約1.3m低く、自転車道の前面に傾斜部が存在する。以上から、砂防柵から自転車道の間の植被率は43.8%と高く、出現種数も8種と他地点と比べて最も多かった。特に自転車道前面の傾斜部にはハマヒルガオ、ハマエンドウ、ケカモノハシなどの海浜植物のほか、チガヤ、ヘクソカズラ、ツルウメドキ、トベラ、アズマネザサなど、より内陸性の種の生育が確認できた。類型IVは砂防柵が汀線に平行に二列のみ設置されている場所で、柵による堆砂効果のために柵間に大量の飛砂が堆積し、そのために表面が不安定となり植生がまったく成立することができない状況である。類型Vは砂防柵が5列、多い場所では更に3列、格子上に設置してある。そのために自転車道に近い場所の砂防柵内は比較的安定した環境が実現しているが、汀線に近い側には大量の飛砂が堆積し、そのために地表面は非常に不安定になっている。被覆率は12.3%であるが、その多くはコウボウムギとハマヒルガオの2種で占められていた。類型VIは最も東側にある測線である。自転車道から汀線までの距離は約70mあるが、汀線から地形の変化がほとんどなく、浜崖が形成されていない。そのために飛砂

が大量に運搬され、自転車道の直前では柵を越え、自転車道内に大きな被害を及ぼしている。植生は皆無である。

以上のように、類型I及び類型IIは浜崖と汀段部の形成ならびに砂防柵の効果により比較的安定した環境が形成されている断面型、類型IIIは自転車道よりも低い位置に海浜部が造成されており、砂防柵とボードウ

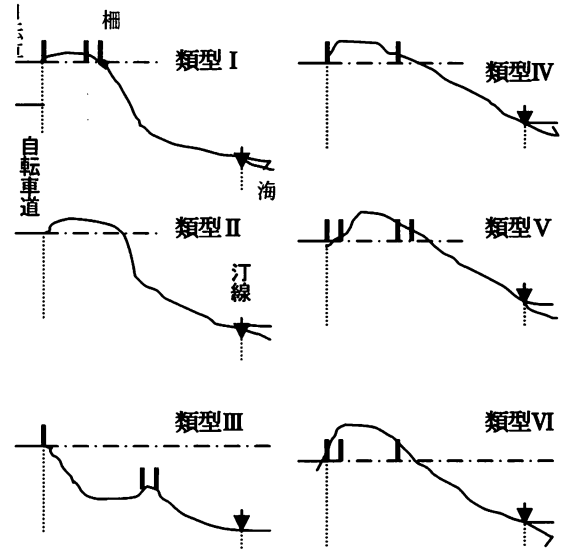


図7 自転車道－汀線間の地形断面の類型化

ークの存在により非常に安定した環境が形成されている断面型、類型IV・V・VIは浜崖が形成されていないために、大量の飛砂が砂防柵前後に堆積するために自転車道への顕著な飛砂害が認められる断面型と考えられる。

湘南海岸海浜部に設置されている自転車道への飛砂害は、直接的には砂防柵の設置位置と大いに関係があると考えられるが、同時に海浜部の地形、とりわけ浜崖の存在や自転車道との高低差による地形断面とも大いに関係があることが示唆された。

##### 4.2 土壌の含水比・pH・EC

###### 4.2.1 調査測線の概況

土壌採取のために設定した調査測線における地形断面の類型、砂浜幅、植生帯幅、植被率及び主な出現植物の状況を表2に示す。

表2 土壌採取測線の状況

調査測線	測線1	測線2	測線3	測線4
類型	類型V	類型III	類型II	類型II
砂浜の幅	81.3m	86.1m	87m	84m
植生帯の幅	13m	21m	44m	32m
主な 生育植物	コウボウムギ オシバ ハマニク	コウボウムギ ハマニク コウボウシバ	コウボウムギ ハマヒルガオ オシバ	コウボウムギ ハマヒルガオ
植被率	10%	60%	65%	80%

表からわかるように、調査時における平均砂浜幅は84.6m、植生帯の平均幅は27.5mであった。

調査地における優占種は全域を通してコウボウムギである。また、調査測線1（地形断面類型V）では植被率が極端に低くなっているが、これは図7からも明らかのように、全体的になだらかな傾斜が続いていて、

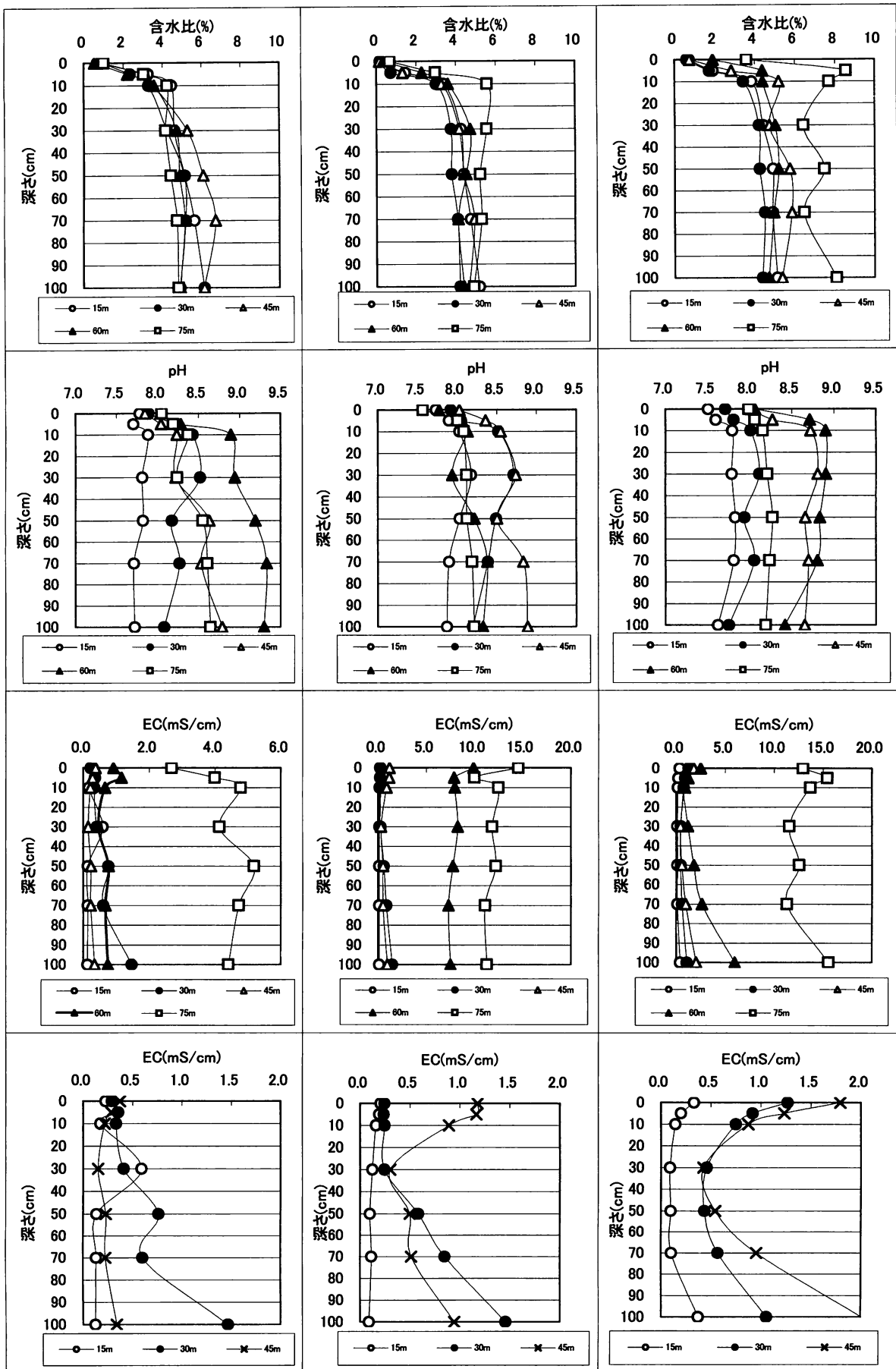


図8 含水比・pH・ECの季節別鉛直分布

上段:含水比/中上段:pH/中下段:EC(1)/下段:EC(2)  
 左図:6月/中図:8月/右図:10月

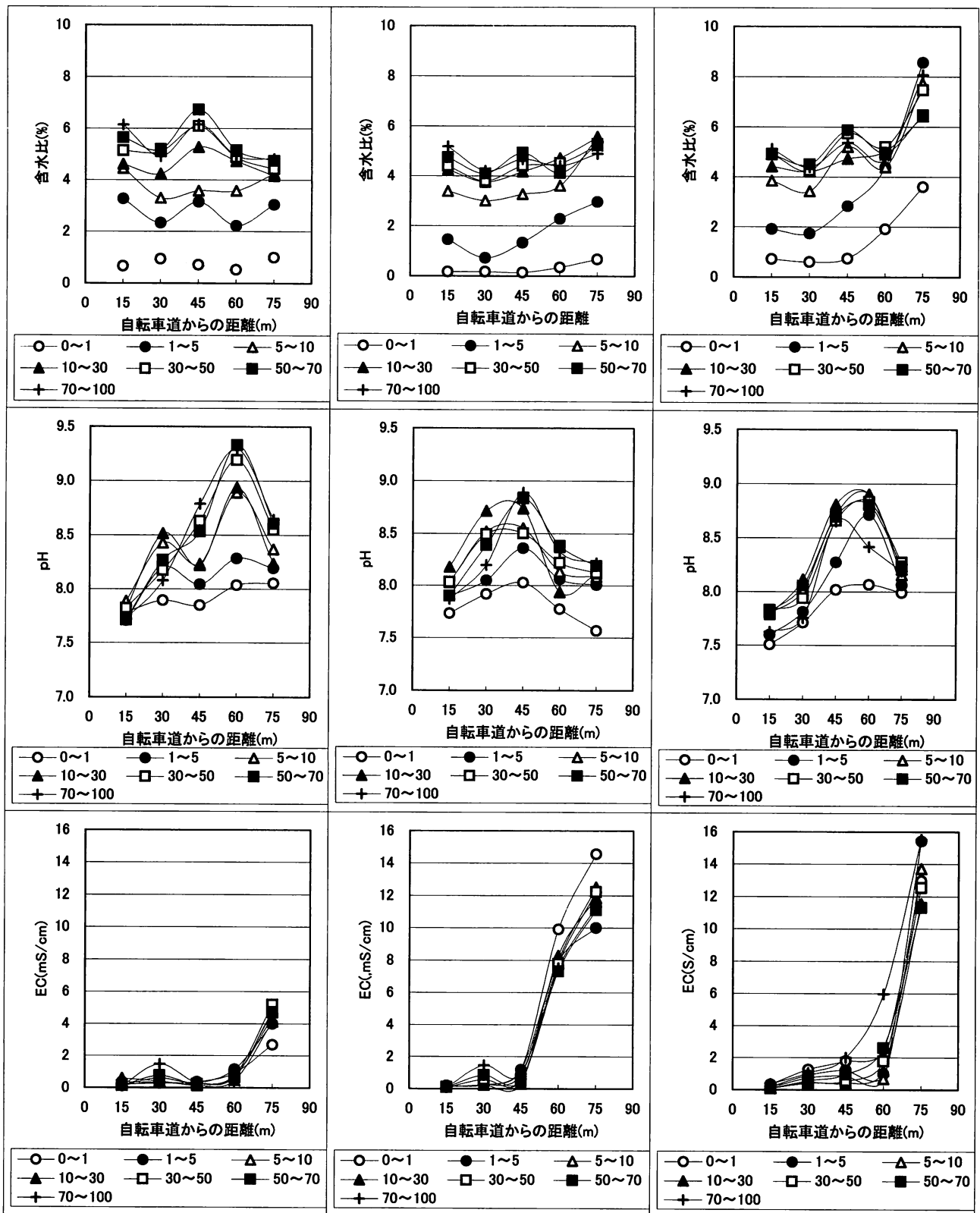


図9 含水比・pH・EC値の季節別分布(上段:含水比 中段:pH 下段:EC/左図:6月 中図:8月 右図:10月)  
 なお、図中の凡例は土壤試料採取深さ(cm)を示す。

前方に風を遮るような砂丘や浜崖などの地形の大きな変換点がなく、地表面が非常に不安定な環境になっているためと考えられる。他の調査地では植生部と前浜の間に砂丘や浜崖があるので、飛砂が止められ、砂地が安定することで植生が成立したことが要因であると考えられる。

#### 4.2.2 含水比・pH・ECの鉛直分布

図8に季節別鉛直分布の状況を示す。使用した値は4本の調査測線の平均値である。

**含水比**は地表面で最も小さく、深さ30cmまでは急激に大きくなるが、その後は微増または一定となった。地表面(0~1cm)の乾砂層での平均は0.52~1.76%、根系の多くが分布していると考えられる深さ5~30cmの含水比の平均は、3.66~5.61%だった。また、汀線に近い75m地点以外では、採取日に関係なくほぼ同じような鉛直分布を示した。

**pH**は含水比に比べてバラツキが大きい、全体の傾向は表層で小さく、10cm深にかけて急激に上がり、その後は一定または微増となり、含水比と同じ傾向を示した。値は、全層を通してpH7.5~9.0のアルカリ性を示した。根圏層である50cm深付近では、場所と採取日によってはpH9を超える場合があることがわかった。表層海水のpHは通常8.2前後と言われているが、調査地の汀線で採取した試料のpHは7.96であったことから、10cm以深での高pH値は海水飛沫の蓄積によると考えられる。植生の有無別ではpH値に目だった違いは見られなかった。

**EC**は、汀線に近い75m付近で常に他地点とは異なる大きな値を示したが、他の多くはEC 2.0mS/cm以下であった。そこで、図8の最下列のように、汀線に最も近い75m地点を除いて鉛直分布をまとめてみると、30m及び45m地点では表層で最も高く、30cmから50cm深で最低となり、その後急激に増加する傾向を示すことがわかった。表層が高いのは海水飛沫の影響であり、その下部における濃度の低下は降雨による下方浸透であると考えられる。一方、50cm以深から再び濃度の増加が認められるが、これには表層から洗脱された塩分の集積と、地下水からの塩の上昇による可能性が考えられる。100cm以深のデータが不足しているために正確な傾向がつかめないが、灘岡ら(1996)は、深さ40cm付近で得られた塩分濃度のピークの出現について、ピーク位置や濃度の分布型は表層からの塩水の重力排水と毛管ポテンシャルによる上向き浸透流のバランスによって決定されるとしており、今回の結果は、塩分濃度のピーク位置が砂層の粒径特性や地下水位によって影響を受け、100cm以深に存在することを示唆しているのではないかと推察された。

#### 4.2.3 含水比・pH・ECの水平分布

図9に季節別水平分布の状況を示す。使用した値は4本の調査測線の平均値である。

**含水比**は、6月以外では汀線に近いほど高く、45m付近で一度高くなった後、内陸の自転車道に近いほど低くなるという傾向を示した。一度含水比が上昇する現象は10~30cm以深について顕著であった。この現象に影響を及ぼしているものは浜崖の存在であると考えられる。

**pH**は、自転車道や汀線に近い部位よりも60m地点

で最も高い値となり、含水比やECとは異なる傾向を示した。また、30m付近でも極大値を示した。現地踏査の結果、60m地点でのpHは海水飛沫の直接的な付着、30m地点は浜崖による海水飛沫の捕捉による蓄積に起因しているものと考えられた。

**EC**は、汀線付近で最も高く、自転車道へ近づくにつれて急激に減少する傾向を示した他、pHと同様に自転車道から30m地点で極大値を示した。汀線からの急激な減少は前浜部における遡上波や、砕波が飛沫となって付着したためであり、30m地点での上昇はpHと同じように前浜と後浜との間に存在する浜崖による海水飛沫の直接付着や空中塩分の補足が大きく影響しているものと推察される。このようなEC値の水平分布は、石川ら(1995)によるNaClの分布とほぼ同じである。また、灘岡ら(1996)は塩分と植生の関係の項で、土壌塩分濃度は汀線付近で大きく、汀線から離れるに従って指数関数的に減少することを見出しており、これら既存の研究結果との大きな相違は見られなかった。

### 5 まとめと今後の課題

神奈川県湘南海岸海浜部を対象地として、植生の成立条件としての地形と土壌特性について調査・解析を行った。その結果、対象地では6種類の断面が確認でき、更に自転車道への飛砂害は砂防柵の設置位置とそれに伴って成立する微地形、浜崖の存在や自転車道との高低差とも大きな関係があることが示唆された。

一方、土壌特性として含水比・pH・ECについて分析した結果、鉛直分布及び水平分布に微地形や地下水、砂防柵の位置等に起因するいくつかの特徴が認められた。

今後は、土壌中の陽イオンや陰イオン濃度の分布と砂防柵の設置位置や地下水位とその動態との関係を明らかにすることで、海浜植生の成立条件を明らかにしていくことが必要と考える。

#### 引用文献

- [1] SHIN-ICHI ISHIKAWA et al. (1995) Zonal plant distribution and edaphic and micrometeorological conditions on a coastal sand dune, *Ecological Research* Vol.10, No. 3, pp. 259-266.
- [2] 神奈川県湘南なぎさ事務所(1997)白砂青松—湘南海岸の保全と整備の歩み—。
- [3] 環境省編(2002)新・生物多様性国家戦略~自然の保全と再生のための基本計画~, 株式会社ぎょうせい。
- [4] 加藤史訓他(1998)海岸植生と砂浜地形の変化, 土木技術資料 40-5, pp. 56-61.
- [5] 村井宏他編(1992)日本の海岸林—多面的な環境機能とその活用—, 株式会社ソフトサイエンス社。
- [6] 灘岡和夫他(1996)大気および土壌中の塩分から見た砂浜海岸植生環境について, 海岸工学論集, 第43巻, pp. 1171-1175.
- [7] 須田 有輔他(2002)砂浜海岸の生態学, 東海大学出版会。

[受付 2003年6月10日, 受理 2004年5月10日]