

コウボウムギ群落による飛砂捕捉効果と微地形の変化

吉崎真司¹・広瀬 梓²・岡 浩平¹The Effect of *Carex kobomugi* community on The Control of Shifting Sand and The Change of Micro-topographyShinji Yoshizaki¹, Azusa Hirose², Kohei Oka¹

Abstract: Field survey on the vertical and horizontal distribution of wind, the characteristics of grain size of shifting sand and the micro-topography were conducted to verify the effect of wind erosion control by vegetation (*Carex kobomugi* community) at sandy beech of Oiso, Kanagawa prefecture. The results are as follows; (1) Wind speed on *Carex kobomugi* community was remarkably reduced because of the rise of roughness length by the increase of vegetative cover and the height of community, especially in summer. (2) The median value of sand particle size captured on the surface of community was 0.19-0.21mm. The distribution of sand particle size showed the lower skewness and higher kurtosis than other particles on the surface of non-vegetation area. (3) The height of accumulated sand on the community was estimated at 9.1cm/year in the past three years. As the results mentioned above, it was assessed that the *Carex kobomugi* community showed the effect of wind erosion control at sandy beech.

Key words : *Carex kobomugi* community, wind erosion control, grain size distribution, micro-topography

1 はじめに

神奈川県南部に位置する湘南海岸では、海岸防災林の前面に自転車道が設置されているために飛砂が絶えず、市民の余暇利用の場として支障をきたすことがある。行政では自転車道に堆積した飛砂を除去したり、自転車道の前面に砂防柵を設置するなどの対策をとっているが、まだ決め手がなく、排砂などに毎年多くの費用を投じているのが現状である。

一方、海浜部にはコウボウムギなどを主とする海浜植物群落が成立しているが、これらの群落は市民の海岸利用という視点からは、海岸景観の重要な構成要素であり、海岸を利用する人々に安らぎを与えるなどの効果がある。また、海岸保全の視点からは、砂浜は自転車道及び内陸側へ飛砂害を発生させる飛砂の供給源でもあるが、植生は飛砂の発生や転動を抑制する効果が期待できる。従って、海浜植生の保全や修復は海岸環境にとって非常に重要である。

海浜植生の飛砂抑制効果に関する研究は従来より報告が見られるが、それらの多くは風速と飛砂量との関係に関するものであり、植生の有無が海浜地形の形成に及ぼす影響にまで言及したものは多くない。

そこで本研究では、海浜植生の有無によって砂地表面の風速の鉛直分布や水平分布特性を把握したうえで、植生が成立することによって微地形がどのように変化しているのか、また植生の内外における飛砂の粒径にどのような特徴があるのかを明らかにする目的で、調査を行った。

本研究の遂行にあたっては、藤沢土木事務所及び平塚土木事務所の方々に便宜を図っていただきました。厚く御礼申し上げます。

¹武蔵工業大学大学院環境情報学研究所, Reserch Division in Environmental and Information Studies, Musashi Institute of Technology, 3-3-1 Ushikubo-nishi Tsuzuki-ku, Yokohama, Kanagawa Prefecture, 224-0015 Japan.

²佐鳥電気株式会社, SATORI ELECTRIC CO., LTD, 14-10 1-chome, Shiba, Minato-ku, Tokyo, 105-0014 Japan.

2 研究対象地の概要

2.1 位置

研究対象地であ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典型的な砂丘海岸で、円弧状をなす海岸線が背後の砂丘や砂防林と一体となって天然の防波堤を形成している。研究対象地は湘南海岸の西部にあたる神奈川県中郡大磯町東町地先(花水川河口右岸)の砂浜であり、狭義には「大磯海岸」と言われる(白砂青松, 1997)¹⁾。海側から汀線→砂浜→防波堤→自転車道→砂防林→国道の順に土地利用が行われている。なお湘南海岸は、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。

2.2 気象

辻堂観測所のデータによれば、研究対象地の年平均気温は16.1℃、年間降水量は1585mmである。太平洋の黒潮の影響をうけているため内陸に比べると温暖で、年間を通じ気温の変化が緩やかである。また、研究対象地に最寄の辻堂観測所のデータを参考に、飛砂の発生に関係があると思われる風速5m以上の風、またその中の南風(ここでは南東～南西を南風とした)の割合、年間を通じた風向の発生頻度の平均を過去5年間にわたりとりまとめた(図1)。その結果、年間の風向は、春季・夏季共に南南西と南風(海からの風)が多いのに対し、秋季・冬期は北と北北東(陸からの風)が多く南南西が少ない結果となった。また、風速5m以上の風は春季に多く、また風速5m以上の南西の風も春季～夏季が多くなったことから、飛砂は春季・夏季に主に発生するが、特に飛砂害は植物群落内の新葉の展開が未熟な春季に見られるものと推定される。

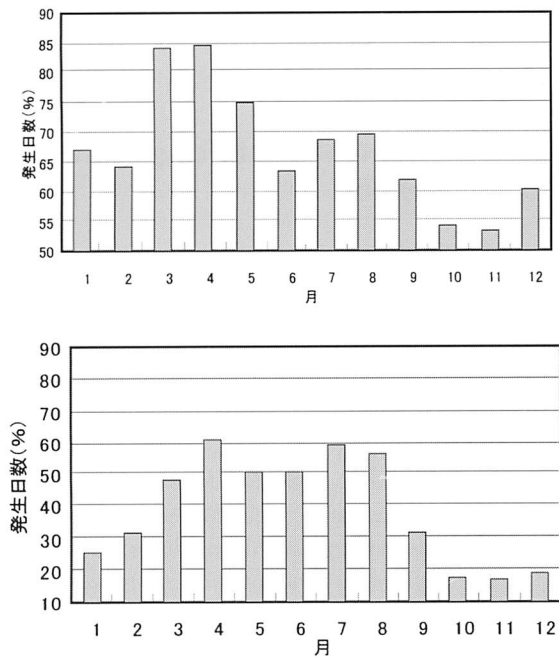


図1 風速5m/s以上の風の発生頻度(%)
 上図：全風向を対象とした発生頻度
 下図：南東～南西の風の発生頻度
 統計期間：2000-2005 (辻堂測候所)

2.3 湘南海岸の現状

江ノ島から大磯に至る海岸は、相模川により形成された相模平野の先端にあたり、典型的な砂丘海岸で、円弧状をなす海岸線が背後の砂丘や防砂林と一体になって天然の防波堤を形成してきた。しかし、相模川河口付近を中心に海岸線の約半分が昭和40年代、高度成長期から徐々に侵食海岸になってきている²⁾。この侵食の原因は、河川からの土砂の供給がダム・堰等の建設により極端に減少したことや、畑・緑地・田が減少し市街地が急激に増加したために流域からの土砂量が減少したこと、漁港の建設問題等で沿岸流による漂砂が遮断されたこと等が考えられる。

湘南海岸への土砂の供給は主に相模川（大磯から西までの土砂の提供）、酒匂川（小田原から大磯までの土砂の提供）であり、これらの土砂供給源から砂浜が形成されている。近年の海岸侵食は、この2



図2 自転車道への堆砂(2005年2月27日)

つの河川からの土砂供給が減少したことも原因の一つだと言える。他の河川として花水川（金目川）が存在するが、流域が小さいため影響は小さいと考えられている。

3 研究方法

3.1 微地形調査

図3は研究対象地におけるコウボウムギ群落の様子である。また、図5は、この群落を中心に海側から陸側へ向かって描いた地形の状況及びコウボウムギ群落の水平分布の状況を示している。微地形調査は、汀線側から自転車道側へ主風向（N18°W）に沿って一本の測線を設置し、5m間隔で水準測量を



図3 研究対象地のコウボウムギ群落
 実施した。また、途中で植生が成立している地点や地形の変化地点は順次測点を追加した。

なお、夏季の調査は2005年8月1日、冬季調査は2005年12月13日に実施した。8月調査時の汀線は12月調査時よりも海側にあった。8月調査の開始時間は15:51、12月調査は15:00である。

3.2 風向風速調査

風の測定はすべて海からの南風(主風向)時に実施した。また、風速の鉛直分布は対数則に従うことを考慮して、なおかつ各風速計が互いに干渉しあわないように、砂面から交互に10cm、25cm、50cm、100cmの高さにそれぞれ風速計を設置し、測定した。尚、汀線から23m

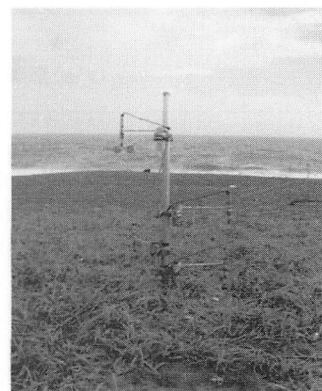


図4 風速計の設置状況

地点に風速計とともに、風向計を100cmの高さに設置し基準とした。測定方法は、砂浜にハンドオーガを用いて穴をあけ、そこにパイプを挿し固定した後、風速計を設置した。風速計は、牧野応用測器株式会社の微風速計(光電式：AF750)を用いた。

測定は、地表面から10cm、25cm、50cm、100cmの高

さに風速計を設置したパイプを、基準風速から0m(汀線から23m)、10m(汀線から33m)、20m(汀線から43m)、30m(汀線から53m)、40m(汀線から63m)、50m(汀線から73mの距離)に10分ごとに移動させながら実施した。また、調査点を中心に50cm×50cmの方形区を設定して、デジタルカメラを用いて真上から写真を取り、フォトショップを用いて二値化法により方形区内の植被率を求めた。

3.3 表層砂の粒径分布調査

表層砂の粒径特性を把握するため、風速の調査点ごとに採土円筒で試料を採取した。夏の調査では、調査測線上の汀線からの距離13m、23m、33m、43m、53m、63m、73m、80m、サイクリングロードの計8地点の表層砂を採取し、冬の調査では夏の砂採取地点に加え、数メートル離れた一面が裸地の部分に同じ方位で測線をひき、汀線からの距離23m、33m、43m、53m、63m、73m(以下「裸地ライン」と呼ぶ)の

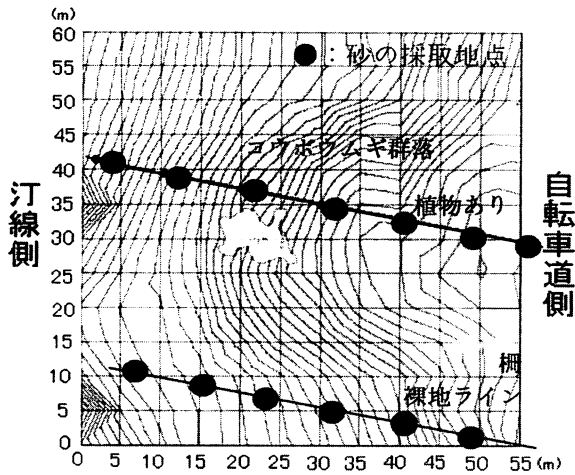


図5 砂の採取地点

表層砂も採取した。計14地点の砂を分析した。

採取した砂は室内に持ち帰り自然乾燥した後、四分法を用いて100g(誤差0.5g)に取り分け、標準網ふるい8階級により、2mm以上、2mm~1mm、1mm~500μm、500μm~250μm、250μm~150μm、150μm~106μm、106μm~75μm、75μm~45μm、45μm以下の8つの分類にふるい分けた。ふるい分けは強度40で20分間行った。

3.4 コウボウムギによる堆砂深の推定に関する調査

コウボウムギの上向き地下茎の節間長を計ることによって年次毎の堆砂量が推定可能と考えられたことから、調査地のコウボウムギを掘り取り、節間長を計った。コウボウムギの掘り起こし地点は、自転車道側から汀線側への主風向(N18°W)のライン上10mおきで、風速の調査地点と合わせ、植生帯の存在する43m、53m、63m、73mの4地点で行った。その際、1地点につき3個体・3年分を目安に掘り起こし3個体の平均を求めた。

4 結果および考察

4.1 コウボウムギ群落が地表面風速に及ぼす影響

4.1.1 風速の鉛直分布

各調査地点の測定時の風向と植生の状況を表1に示す。表からわかるように、調査時の風向は南南東~南であった。基準点(0m)及び10m地点には植生が成立しておらず、20m~50m地点にかけて植被率60~70%前後、群落高6~12cmで植生が成立していた。

表1 測定地点の状況

基準点からの距離(m)	測定時風向	植被率(%)		群落高(cm)	
		8月	12月	8月	12月
0	南	0	0	0	0
10	南	0	0	0	0
20	南	71.3	68.2	11.5	3.0
30	南	72.9	73.6	10.0	1.5
40	南	70.9	50.6	8.5	3.0
50	南	57.1	57.8	6.0	2.5

風速の鉛直分布とそれらの近似曲線を図6に示す。

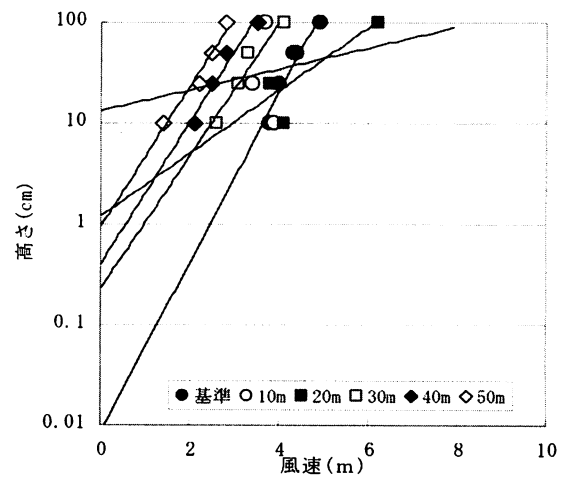
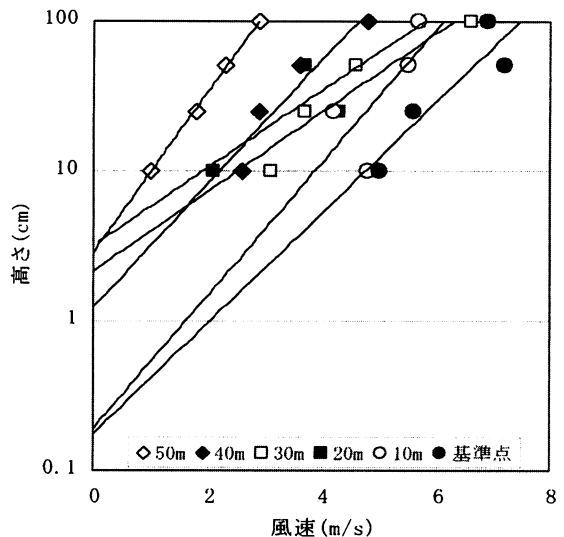


図6 各地点における風速の鉛直分布と近時曲線
上図：夏季調査 下図：冬季調査

近似曲線はy切片が意味する粗度長がわかるように外挿させている。夏季調査結果を示す上図からわかるように、バラツキはあるが無植生裸地である基準点及び10m地点のy切片は他の有植生地点よりも明らかに低く、植生が存在することによって粗度長に大きな変化が認められた。算出された粗度長は表2のとおりである。

表2 算出された粗度長

粗度長	基準点	10m	20m	30m	40m	50m
8月	0.176	0.191	3.224	2.174	1.230	2.899
12月	0.008	13.246	1.201	0.227	0.402	0.944

4.1.2 風速の水平分布

図7に夏季と冬季に実施した各地点各高さの水平分布を示す。

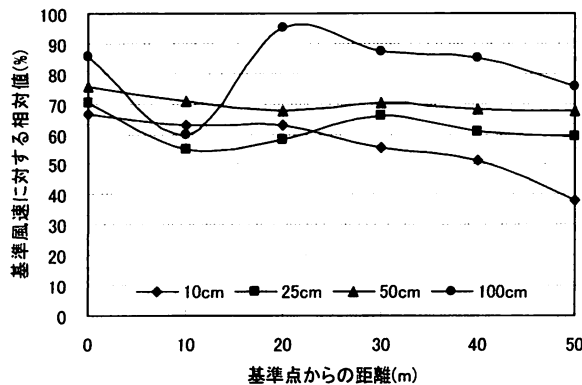
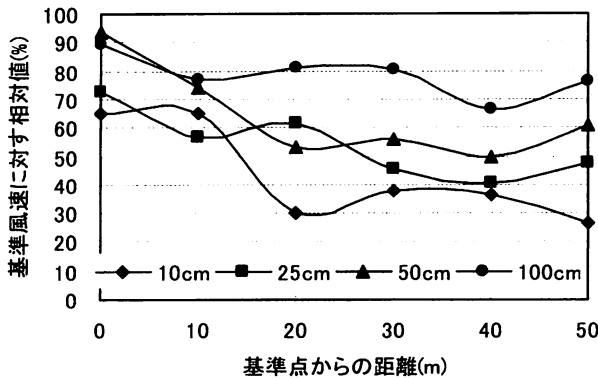


図7 各地点各高さの風速の水平分布
上図：夏季調査 下図：冬季調査

図中20m付近から50m付近にかけてコウボウムギ群落は成立している。図からわかるように、風速比は全体としては汀線付近に設置した基準点(0m地点の地上100cm高さの風速)から内陸側へ行くに連れて低下する傾向を示している。風速比は夏季調査では植生帯の地表10cm高さで30%前後、冬季の地表でも40%前後の値を示しており、無植生帯の地表10cm高さの70%前後の風速比から考えると、植生は地表面の減風に大きな効果を発揮していることが推察される。

4.2 コウボウムギ群落が微地形に及ぼす影響

図8に夏と冬の水準測量の結果を示す。コウボウ

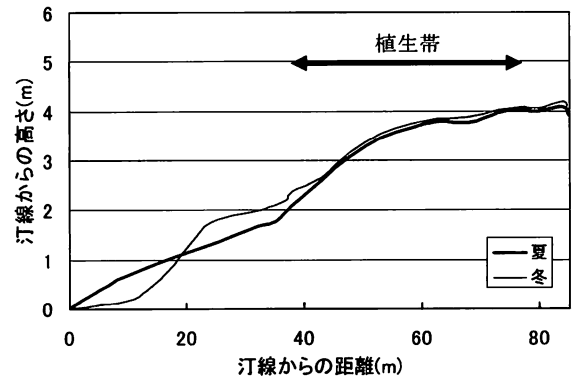


図8 夏季と冬季の微地形断面

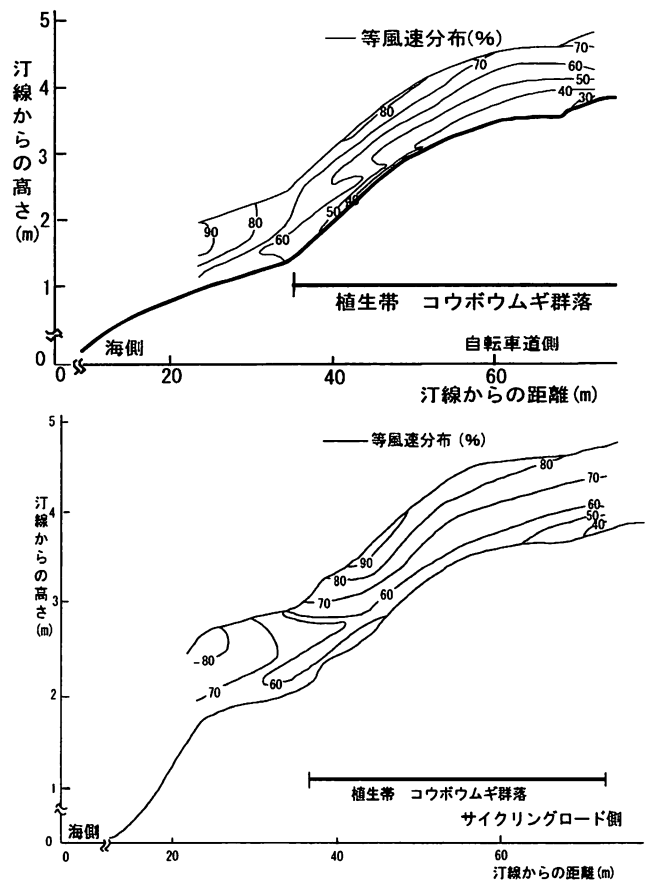


図9 微地形及び相対風速断面図 上：夏季 下：冬季

ムギ群落は冬は地上部の葉が枯れるものの残存しており、汀線から37mから77mまでは植生帯が存在する。図からわかるように、微地形の変化は植生域では小さく無植生域で顕著であった。また、無植生域では基準点から20m付近を境に、汀線に近い部分は侵食(最大侵食深は50cm)、内陸側は堆積傾向(最大堆積高さは34cm)を示した。侵食作用は波浪による影響、堆積作用は後方に存在する植生による風速減少により飛砂の移動が停止したことが原因ではないかと考えられた。そこで、地形と風速調査の結果から、地形断面上に地表100cmまでの基準風速に対する相対風速断面図を作成し、夏と冬調査で比較した(図9)。

夏季の断面図を見ると、風速は地表面ほど小さくなり、植生帯表面では基準風速の最大30%にまで低下した。また、植生帯の前面でも60~70%の風速比を示した。一方、冬季はコウボウムギの群落高が低下するものの地上葉が残存する冬場の植生帯表面の相対風速は40%であり、夏場ほどではないが高い減風効果を示していると判断された。

表3 冬に対する夏の風速比減少度(%)

	10m	20m	30m	40m	50m
10cm	+1.9	-33.1	-17.5	-15.1	-11.5
25cm	+1.9	+3.0	-20.8	-20.7	-12.1
50cm	+3.4	-14.8	-14.1	-18.3	-7.0
100cm	+17.4	-14.0	-6.7	-18.7	+0.6

※横：基準点からの距離 縦：地表面からの高さ

4.3 コウボウムギ群落内外の表層砂の粒径分布

図10、11に、夏と冬調査における植生帯内外の粒径分布を示す。

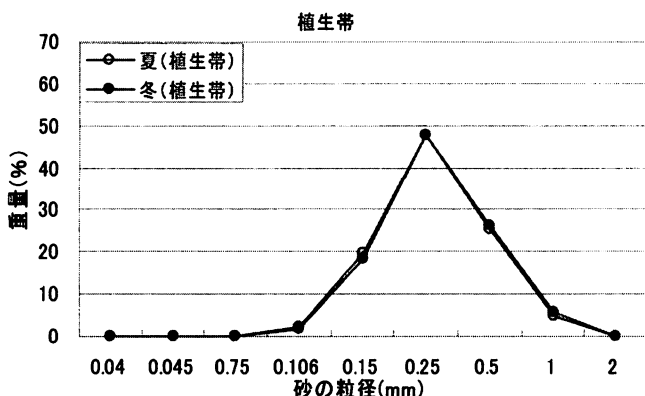


図10 植生帯上の表層砂の粒径

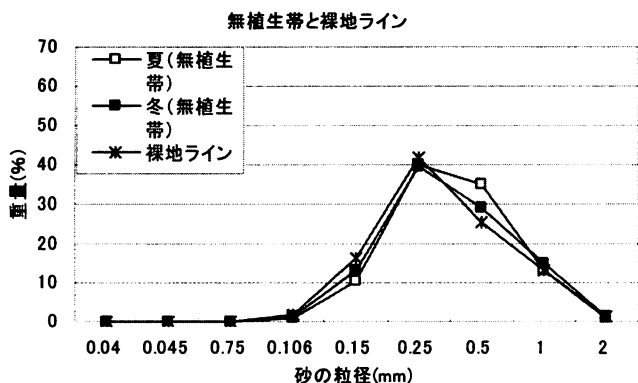


図11 無植生帯及び裸地ライン上の粒径分布

図10から、植生帯の中で採取された表層砂の粒径は夏季でも冬季でも変わらず、中央粒径D50は0.21mmとほぼ一定であった。また、図11のように無植生帯内と裸地ライン上で採取した表層砂の中央粒径は0.23~0.25と植生帯内よりも粗い値となった。鈴木(1994)³⁾⁵⁾では、湘南海岸の砂浜の粒径は0.25-1.0mmという調査結果があり、本研究の値はその下限値

に近いものである。

一方、自転車道に堆積していた砂の中央粒径は夏季・冬季調査時ともに0.18mmであり、植生帯内や植生帯外、裸地ライン上のものに比べて非常に細かく、かつ尖度も3.09と非常に大きいことがわかった。

表4 表層砂の粒度分布特性

	採取場所	D50	Uc	U' c	Sk	K
夏季	無植生帯	0.25	2.17	0.08	0.49	1.67
	植生帯	0.21	1.87	0.05	0.40	1.71
	自転車道	0.18	1.69	0.04	0.20	2.40
冬季	無植生帯	0.24	2.22	0.08	0.53	1.62
	裸地ライン	0.23	1.97	0.06	0.54	1.73
	植生帯	0.21	1.86	0.05	0.42	1.75
	植生内	0.19	1.64	0.04	0.16	2.84
	自転車道	0.18	1.69	0.04	0.30	3.09

ただし、D50:中央粒径 Uc:均等係数 U' c:曲率係数 Sk:歪度 K:尖度

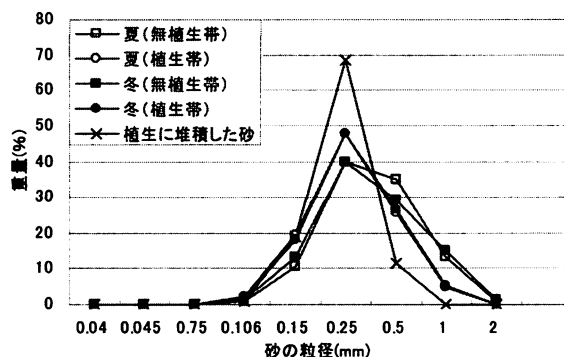


図12 表層砂の粒径比較

4.4 コウボウムギによる堆砂深の推定

風速の調査地点と合わせて、自転車道側から汀線側への主風向(N18°W)のライン上10mおきの、植生帯の存在する43m、53m、63m、73mの4地点でコウボウムギを掘り起こした。その際、1地点につき3個体・3年分を目安に掘り起こし3個体の平均を求めた。しかし、上向き地下茎だったものが、途中の膨大部から横向き地下茎になったために3年目の膨大部まで掘り取れなかったもの、コウボウムギの持ち帰り状

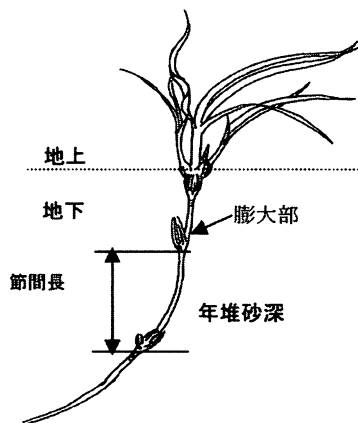


図13 各部の名称

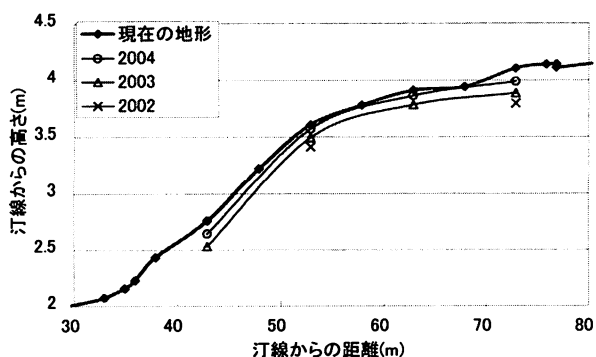


図14 コウボウムギによる堆砂深の推定

態が悪かったため地面からの垂直距離がうまく測れなかったものがあり、2個体の平均になったものや1個体だけのものもあった。

図13はコウボウムギの上向き地下茎の様子を示している。節と節の間の塊を膨大部と言い、膨大部と膨大部の間を節間長と言う。節間長を垂直に計ったものが堆砂深である。

節間長からわかる堆砂深の一年間の平均は汀線に近い地点から順に11.4cm、6.4cm、9cm、10.4cmであり、全体の平均は9.1cmであった。つまり、コウボウムギが一旦埋没しながら、一年間に平均9.1cmの砂が群落内に堆積していたことになる(図14)。

鈴木(1974)⁴⁾では、研究対象地の西方に位置する辻堂海岸に成立するコウボウムギの植生帯による飛砂の固定能力が明らかにされており、本研究でもこの固定能力が確認されたものと考えられる。

5 まとめ

神奈川県大磯海岸の海浜部において、海浜植物であるコウボウムギ群落を対象として、植生による飛砂抑制効果を検証する目的で、風速の水平分布と鉛直分布、表層砂の粒度特性や微地形調査を行った。

その結果、(1)コウボウムギ群落上の風速は減速されることがわかったが、これは特に夏季の植被率の増加と群落高の発達に伴う地表粗度長が高くなった結果であると推察された。(2)群落内に捕捉された砂の中央粒径は0.19から0.21mmで、他の無植生帯の表層砂に比べると歪度が小さく尖度が非常に大きい粒度特性を示した。(3)コウボウムギの節間長から堆砂深を推定したところ、当該群落では過去3年間、年平均9.1cmの速度で砂が群落上に堆積していることがわかった。

以上から、海浜部のコウボウムギ群落が成立している部分は他に比べてドーム上に盛り上がっているが、これは群落による飛砂捕捉の結果であり、群落は毎年この埋没を繰り返しながら維持・発達しているのではないかと推察された。鈴木(1979)⁵⁾は湘南海岸の飛砂の実態調査から、「砂地の植生被覆によって砂防林に飛来する飛砂が1/2近くに抑制されることが認められる。」としており、海浜部における植生被覆は、良好な緑地景観の構成要素のみならず、飛砂の固定や移動抑制、更には発生抑制にも大いに寄与する海岸保全上、非常に重要であると考えられる。

引用文献

- [1] 神奈川県湘南なぎさ事務所編(1997)白砂青松—湘南海岸の保全と整備の歩み—。
- [2] 神奈川県(2002)かながわ県の海岸。
- [3] 鈴木清(1994)湘南海岸の飛砂の特性について、神奈川県林業試験場研究報告第20号、45-61p。
- [4] 鈴木清(1974)海岸砂地固定植物としてのコウボウムギの利用に関する研究、神奈川県林業試験場研究報告第2号、1-27p。
- [5] 鈴木清(1979)湘南海岸砂防林における飛砂の実態について、神奈川県林業試験場研究報告第7号、39-53p。

[受付 2006年2月3日, 受理2006年6月20日]