

田村俊和 (立正大学地球環境科学部) 地震による斜面崩壊との関係からみた海岸砂丘。(メモ), 斜面工学小委員会現地調査 07.9.22.

1. 砂丘とは、風によって運ばれた砂 (風成砂, aeolian sand) が堆積して作った高まりをさす。

波や流水によって運ばれた砂が作る地形は含まない。

したがって、海岸砂丘の場合、浜堤 (列) との識別が重要。砂の粒径組成や堆積構造 (平行ラミナ等) から識別しようとしている。浜堤 (列) を薄く覆うだけの風成砂層は、「地形としての」砂丘には含めないのがふつう。

いわゆる侵食砂丘は……

2. 日本にある砂丘の大半は、(波で打ち上げられた後 風による運搬で淘汰された砂が作る) 海岸砂丘である。

河畔砂丘もあるが……

3. 海岸砂丘が広く形成されるには、海面が低下していた時期 (海退期) の方が適していると考えられている。

拡大した砂浜が、砂を豊富に供給する条件を用意するから。

しかし、(未固結砂層が露出した) 海食崖からの砂の吹き上げは、むしろ海進期の方が盛んとも考えられる。

したがって、(現在陸上でみられる) 海岸砂丘は、(海面変化との関係で) 間歇的に形成されてきたことになる。

現海底まで含めて考えれば、いつでもどこかで海岸砂丘が作られているはずであるが。 Lost sand dune.

4. 現在形成中、あるいは現在に続く環境下で形成された砂丘を「新砂丘」、

かつて形成され、その後 形成を止めてしまった砂丘を「古砂丘」として区別する。

古砂丘の表面は、形成中止後侵食されるか、(形成中止後 安定した地表面でできた) 土壌で覆われていることが多い。

この埋没土壌や、ときにその母材となっている火山灰層が、難透水層の役割を果たす。

古砂丘を作る砂層は、風化のため、新砂丘のそれよりシルト・粘土含量が高く、やや褐色を帯びる傾向がある。

完新世に形成された砂丘を「新砂丘」、更新世に形成されたものを「古砂丘」と呼ぶことが一般的。

したがって新砂丘 I, II, (あるいは新(期)砂丘, 旧(期)砂丘), 古砂丘 I, II, ……と細分されることも少なくない。

5. 形成期の異なる砂丘が、重なっているところ (壘積型) と、横に並んでいるところ (並列型) とがある。

6. 日本の多くの砂浜海岸で、最新の砂丘は (近世以後の) 防砂林設置等に伴って形成されたものである。

7. 地震による海岸砂丘での斜面崩壊 (斜面に沿った砂の流動) の例:

庄内地震 (1894) の最上川河口左岸 (飯盛山), 日本海中部地震 (1983) の八郎潟西岸 (若美町松木沢) 等。

いずれも 液状化と連動していたようで、さらに、おそらく新砂丘中 (旧期砂丘の表面) の埋没土壌 (クロスナ層) による地中水の動きの規制が関与していたと思われる。

# 地震による斜面崩壊との関係からみた海岸砂丘（垪）

田村俊和（立正大学地球環境科学部）

1. 砂丘とは、風によって運ばれた砂（風成砂，aeolian sand）が堆積して作った高まりをさす。  
波や流水によって運ばれた砂が作る地形は含まない。  
したがって、海岸砂丘の場合、浜堤（列）との識別が重要。砂の粒径分布や堆積構造から識別しようとしている。  
浜堤（列）を薄く覆う風成砂層は、「地形としての」砂丘には含めないのがふつう。  
いわゆる侵食砂丘は・・・
2. 日本にある砂丘の大半は、（波で打ち上げられた後 風による運搬で淘汰された砂が作る）海岸砂丘である。  
河畔砂丘もあるが・・・
3. 海岸砂丘が広く形成されるのは、海面が低下していた時期（海退期）と考えられている。  
拡大した砂浜が、砂を豊富に供給する条件を用意するから。  
しかし、（未固結砂層が露出した）海食崖からの砂の吹き上げは、むしろ海進期の方が盛んとも考えられる。  
したがって、（現在陸上でみられる）海岸砂丘は、間歇的に形成されたことになる。  
現海底まで含めて考えれば、いつでもどこかで海岸砂丘が作られているはずであるが。
4. 現在形成中、あるいは現在に続く環境下で形成された砂丘を「新砂丘」、かつて形成され、その後形成を止めてしまった砂丘を「古砂丘」として区別する。  
古砂丘の表面は、形成中止後侵食されるか、（形成中止後 安定した地表面でできた）土壌で覆われていることが多い。  
この埋没土壌や、ときにその母材となっている火山灰層が、難透水層の役割を果たす。  
古砂丘を作る砂層は、風化のため、新砂丘のそれよりシルト・粘土含量が高い傾向がある。  
完新世に形成された砂丘を「新砂丘」、更新世に形成されたものを「古砂丘」と呼ぶことが一般的。  
したがって、新砂丘Ⅰ，Ⅱ，古砂丘Ⅰ，Ⅱ，・・・と細分されることも少なくない。
5. 形成期の異なる砂丘が、重なっているところ（壘重型）と、横に並んでいるところ（並列型）とがある。
6. 日本の多くの砂浜海岸で、最新の砂丘は（近世以後の）防砂林設置等に伴って形成されたものである。
7. 地震による海岸砂丘での斜面崩壊の例：庄内地震（1894）の最上川河口左岸，日本海中部地震（1983）の八郎潟東岸 等。

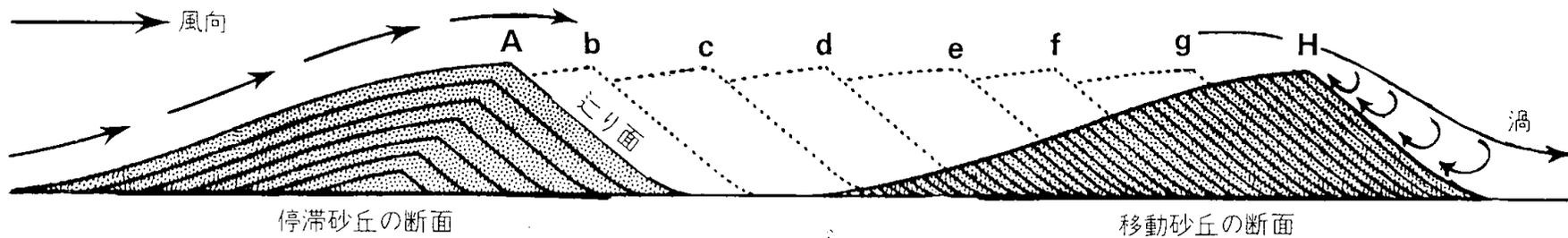


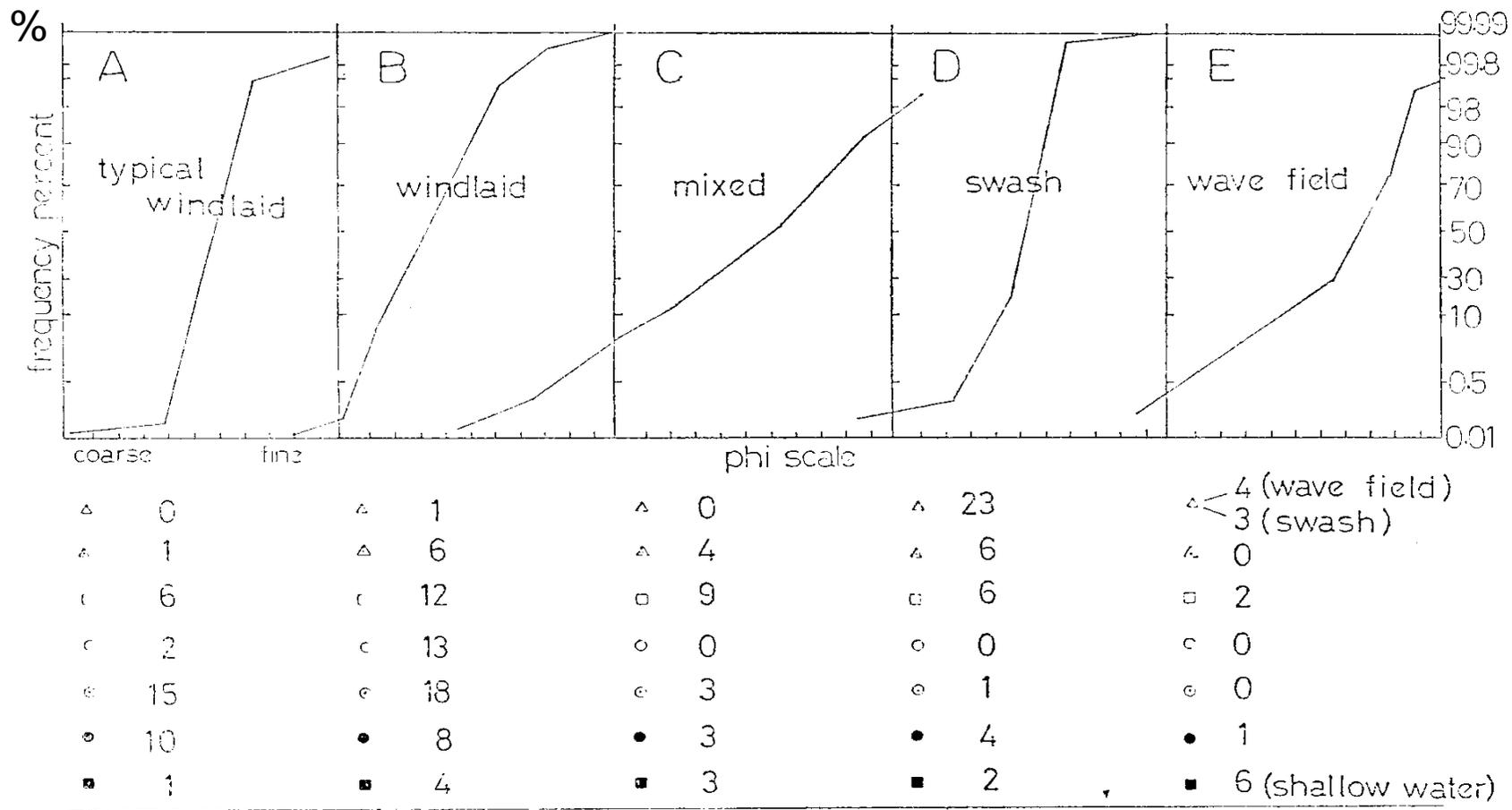
図 22.11 砂丘の成長, 移動および層構造を示す断面図. 停滞砂丘 A は, 頂部が前方および上方へ前進するにつれ, 高さを増す. 砂の供給と風が砂丘の移動をおこす場合には, 頂部は b, c, ... g, H のように次々に位置を前進させる.

## 砂丘の成長, 移動および層構造 (模式図)

(A. Holmes, D.L. Holmes 1978; 上田誠也ほか訳 1984)

## 新潟東港建設予定地とその周辺(阿賀野川～加治川分水路間)における1962年春～1963年春)の飛砂観測結果 (荒巻, 1969)

- ・ 飛砂の大半は地上1mより低い位置を移動し, 20~30cm以下で濃度が急に高くなる.
- ・ 乾燥砂(中央粒径が0.24~0.37mm)の場合,
  - 地上1mの風速が 5.2m/s になると動き始め,
  - 雨中でも約10m/s に達すると動き始め,
  - 12m/s 以上の風が吹くと, どのような気象条件下でも飛砂が発生する.
- ・ 飛砂の粒径(たとえば中央粒径  $M_d$ )は
  - 海浜の地面砂よりも細粒かつ淘汰がよく,
  - 風速と比例関係にある.
  - 10m/s 以上の強風時には, 飛砂の粒径は地面砂の粒径とほぼ同じ(つまり, 地面砂のほとんどが風で移動する).
- ・ 飛砂量は風速の2乗にほぼ比例する(地面砂や気象条件との関係でかなりばらつく).
- ・ 単位幅あたりの飛砂量(g/cm)は,
  - 冬季:  $10^4$ /月, 春・秋季:  $10^3$ /月, 夏季:  $10^2$ /月,
  - 年間(飛砂日数 約120日):  $8 \times 10^4$ (汀線付近),  $7 \times 10^4$ (浜堤背後),  $6 \times 10^2$ (砂丘前面).
- ・ 対象地域全体(約15km)で年間約12万トン. ほとんどが背後の松林で停止.
- ・ 計算によると, 飛砂供給源は汀線から4mくらいの範囲となる(が, これでは, 砂浜の広さとほとんど関係ないことになり, 疑問).

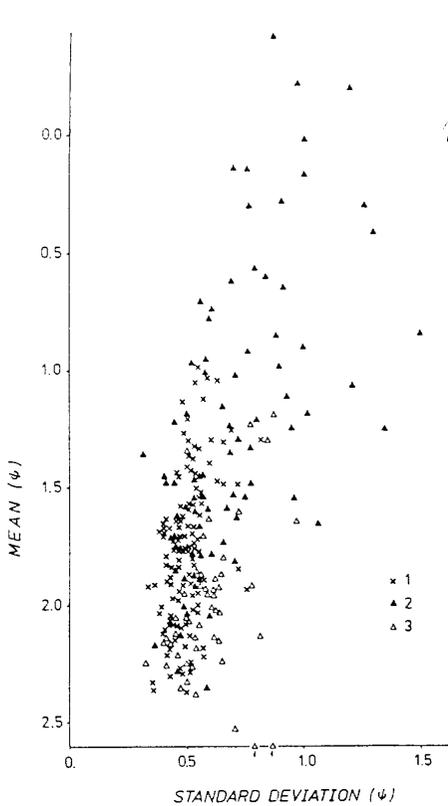


- △ Foreshore
- ▲ Foreshore (seaward wind)
- Backshore
- Present dune
- ⊙ Younger dune
- Older dune
- Ancient sandbed horizontally laminated

**粒径組成のパターン  
による堆積環境の  
識別 (例)**

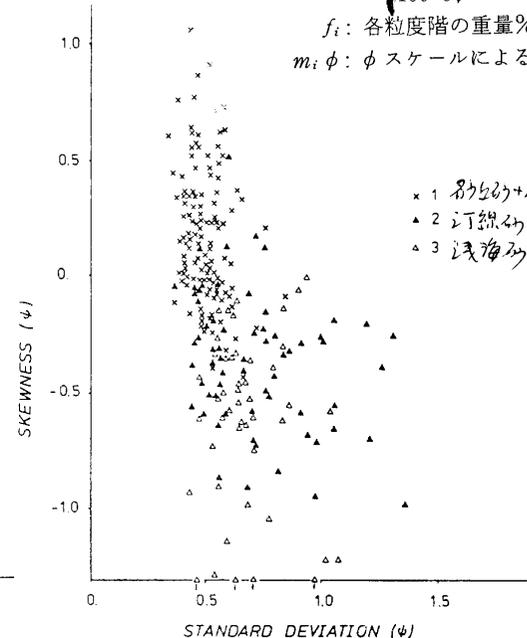
Fig. 1. Five types of 177 log-probability curves.

(上杉 陽 1972)



他は手野海浜

平均粒径  $\bar{x} \phi = \frac{1}{100} \sum f_i \cdot m_i \phi$   
 淘汰度  $\sigma \phi = \sqrt{\frac{1}{100} \sum f_i \cdot (m_i \phi - \bar{x} \phi)^2}$   
 歪度  $\alpha \phi = \sqrt[3]{\frac{1}{100 \cdot \sigma_\phi^3} \sum f_i \cdot (m_i \phi - \bar{x} \phi)^3}$   
 $f_i$ : 各粒度階の重量%  
 $m_i \phi$ :  $\phi$ スケールによる各粒度階の中央値



x 1 岩崎砂  
 △ 2 河津砂  
 △ 3 浅海砂

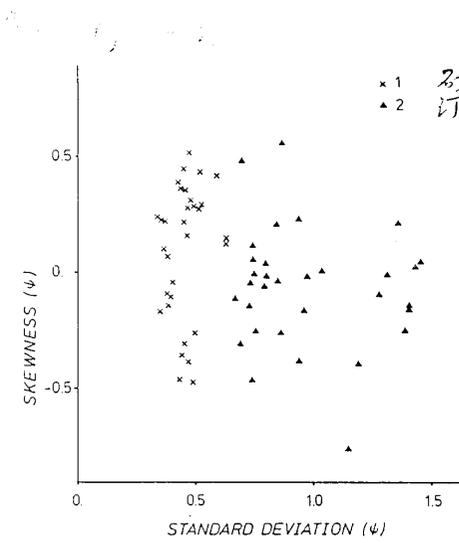
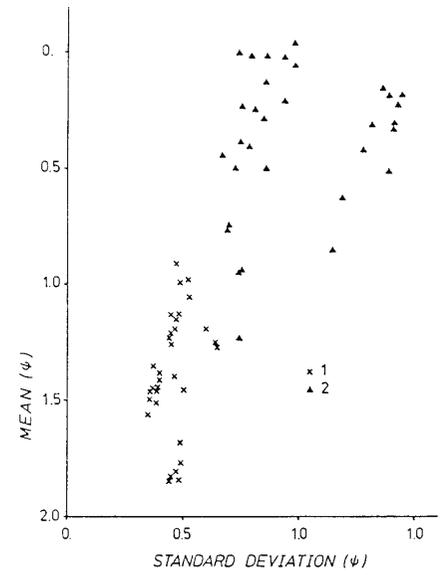
平均粒径  $\bar{x} \phi = \frac{1}{100} \sum f_i \cdot m_i \phi$

淘汰度  $\sigma \phi = \sqrt{\frac{1}{100} \sum f_i \cdot (m_i \phi - \bar{x} \phi)^2}$

歪度  $\alpha \phi = \sqrt[3]{\frac{1}{100 \cdot \sigma_\phi^3} \sum f_i \cdot (m_i \phi - \bar{x} \phi)^3}$

$f_i$ : 各粒度階の重量%

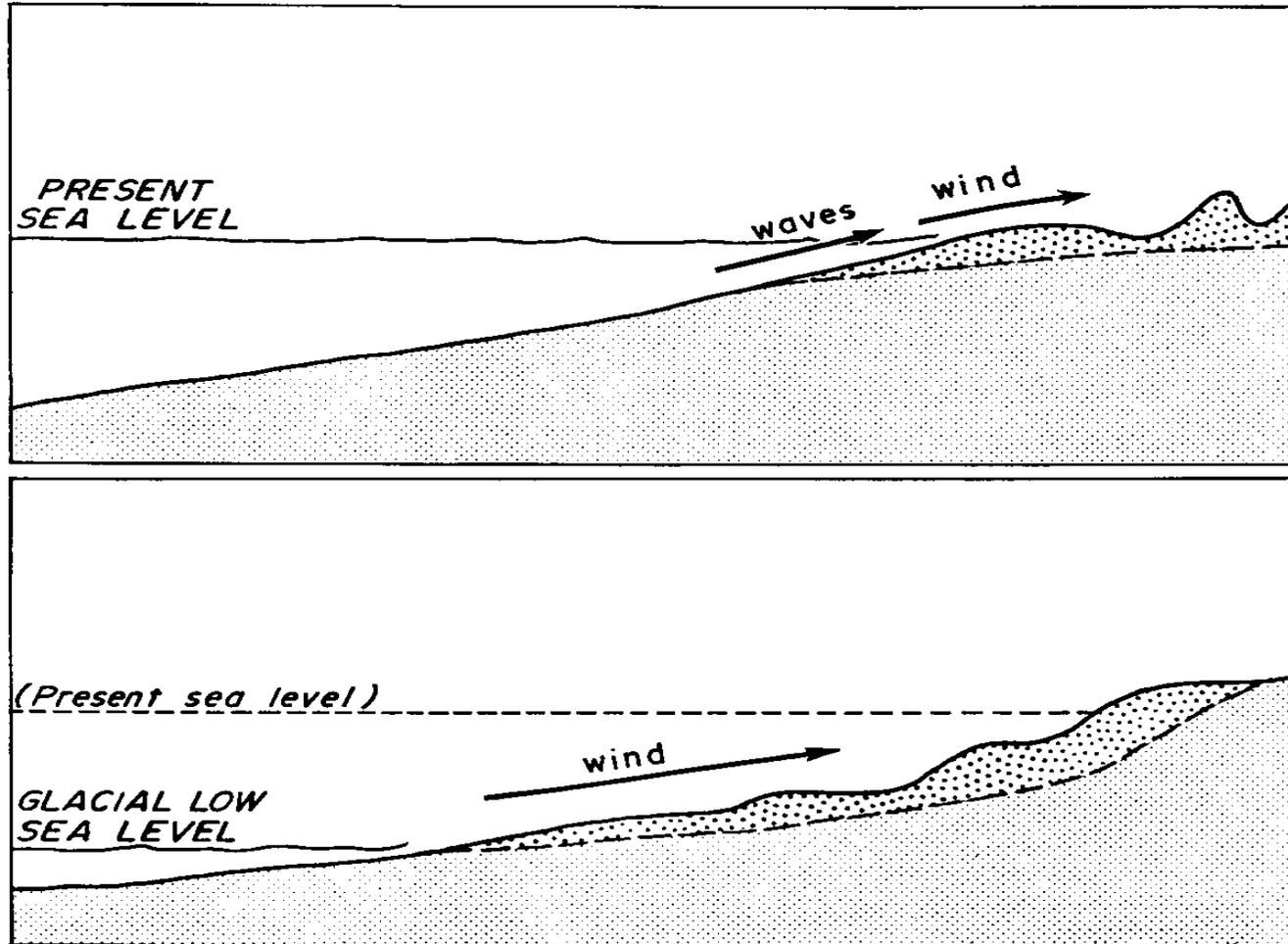
$m_i \phi$ :  $\phi$ スケールによる各粒度階の中央値



x 1 岩崎砂  
 △ 2 河津砂

# 粒径組成による砂丘砂の識別(例)

(松本秀明 1983)



51 Two possible mechanisms for the delivery of sediment to a coast. Above, with the sea at its present level, sand is being carried from the sea floor and delivered to the beach, where wind moves it inland; below, with sea level low during a glacial phase in Pleistocene times, sand is winnowed from the emerged sea floor and deposited in the coastal region.

海面変化と海岸砂丘の形成 (E.C.F.Bird 1968)

# 砂丘とは (新砂丘, 古砂丘から成る海岸砂丘の模式断面)

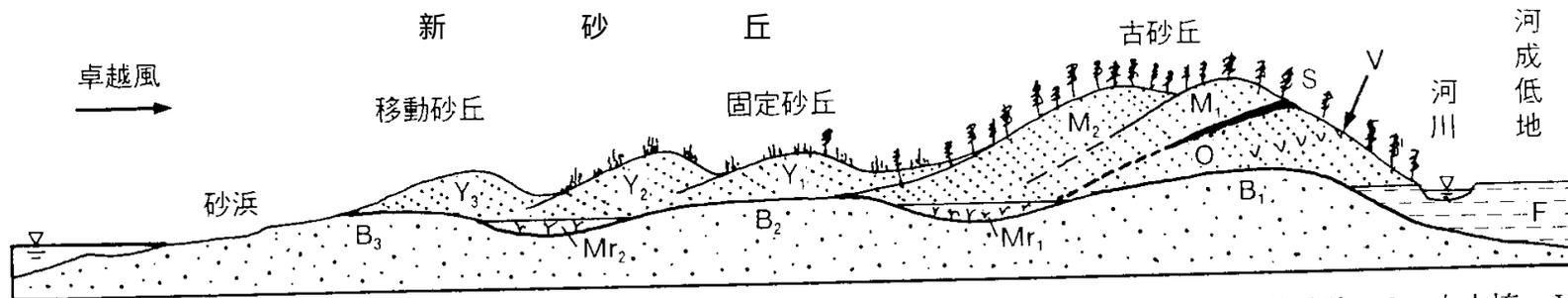


図 8.0.8 形成期と形成過程の複合性による砂丘の分類 Y: 新期砂丘砂, M: 中期砂丘砂, O: 古砂丘砂, S: 古土壌, V: 降下火砕堆積物 (火山灰, 軽石など), Mr: 堤間湿地堆積物, F: 河成堆積物, B: 浜堤堆積物.

鈴木隆介(1998)



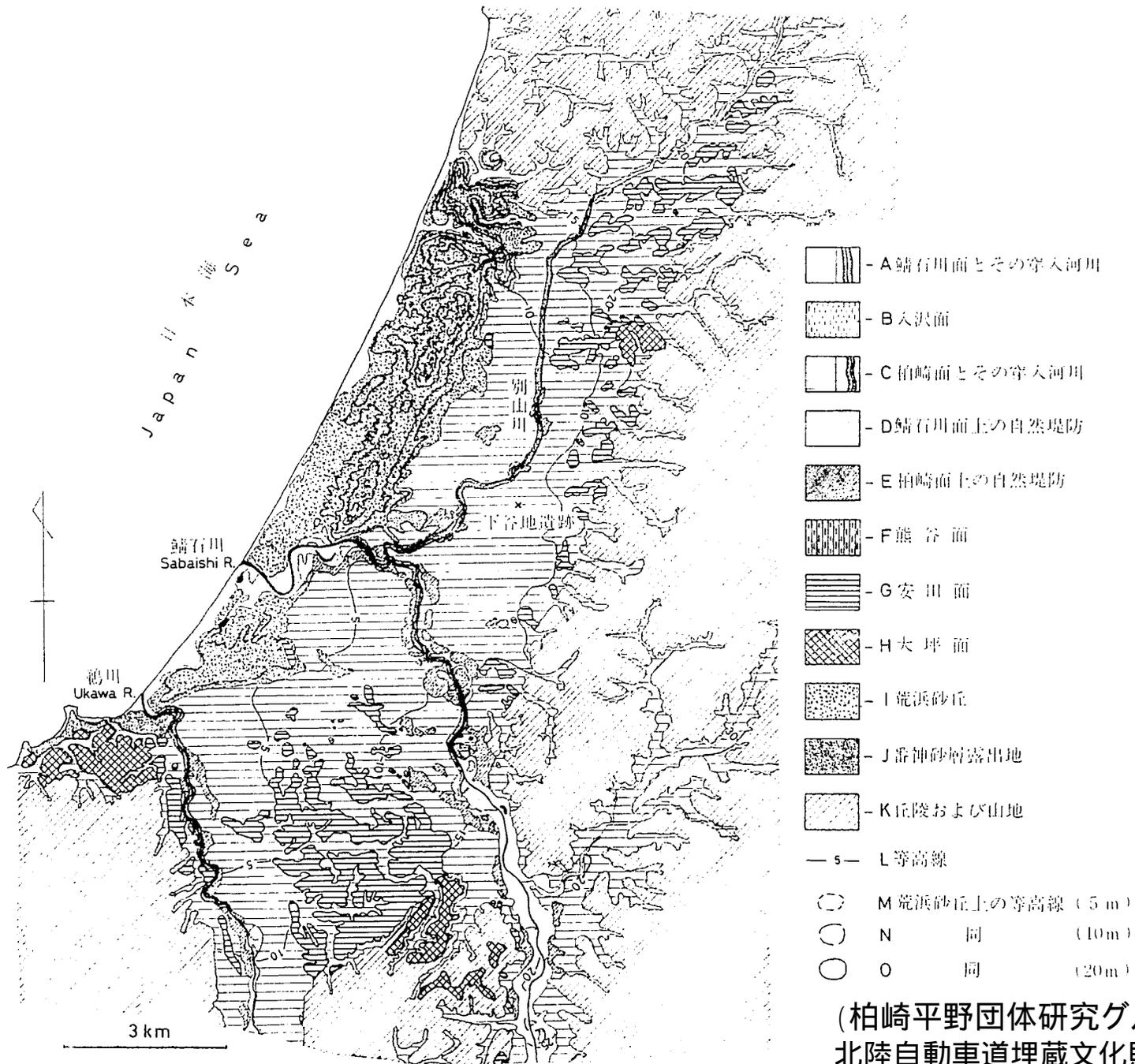
庄内砂丘の新砂丘砂層, 旧砂丘砂層, 埋没土壤(クロスナ層) (松本秀明 撮影)

# 日本の主な海岸砂丘地帯における(完新世の)砂丘形成期

(遠藤邦彦 1968)

		Archeol. divisions	Age years B.P.	Rebun I. Hokkaido	Shimokita Pen. Aomori	Akita Plain	Shonai Plain Yanagata	Niigata Plain	Boso Pen. Chiba	Ôiso Kanagawa	Uchinada Ishikawa	Oku-Tango Kyoto	Tottori Plain	Izumo Shimane	Shibushi Kagoshima	Kikai I. Amami Is.	
完	Historical		1000	DyII	DyII	DyII	DyII	DyII	DyII	DyII	DyII	DyII	DyII	Dy	DyII	DyII	新砂丘II
	Kofun			Hy	g Hy	g Hy	Hy	g Hy	Hy	g Hy	Hy	g Hy	g		Hy	Hy	新期クロスナ層
	Yayoi		2000	h DyI	g DyI	DyI	DyI	DyI	DyI	DyI	DyI	DyI			DyI	DyI	新砂丘I
新	Latest		3000		f	e		f	f	f	f	f	H	H			古期クロスナ層
	Late		4000	Ho	Ho	Ho	Ho	Ho	Ho	2 Hc	Ho	Ho			d	Ho	Ho
	Middle		5000	d	d	d	i	d	d	d	d						5
	Early		6000	c	c	c		c	c		c						
	Earliest		7000	c	c	c		c	c		c						
世	Do		8000	Do	Do	Do	Do	Do	Do	Do	Do	Do	Do	Do	Do	Do	旧砂丘
	Sand Bar			Sand Bar	Sand Bar	Sand Bar		Sand Bar	Holocene	Holocene	Sand Bar			Feat	Sand Bar		
更新世	Pre-Jomon				Pleistocene Sand Dune	Pleistocene Sand Dune						Pleistocene Sand Dune	Pleistocene Sand Dune	Pleistocene Sand Dune			古砂丘

海進最盛期直後(の海面停滞~小海退期)と、近世ころ以後に砂丘発達が顕著。ただし年代値は未校正。



第1図 柏崎平野の地形分類図

(柏崎平野団体研究グループ 1979.  
北陸自動車道埋蔵文化財調査報告書  
下谷地遺跡「地形」)

# 新潟県海岸の古砂丘(更新世の海岸砂丘)

潟町砂層(高田平野北部)

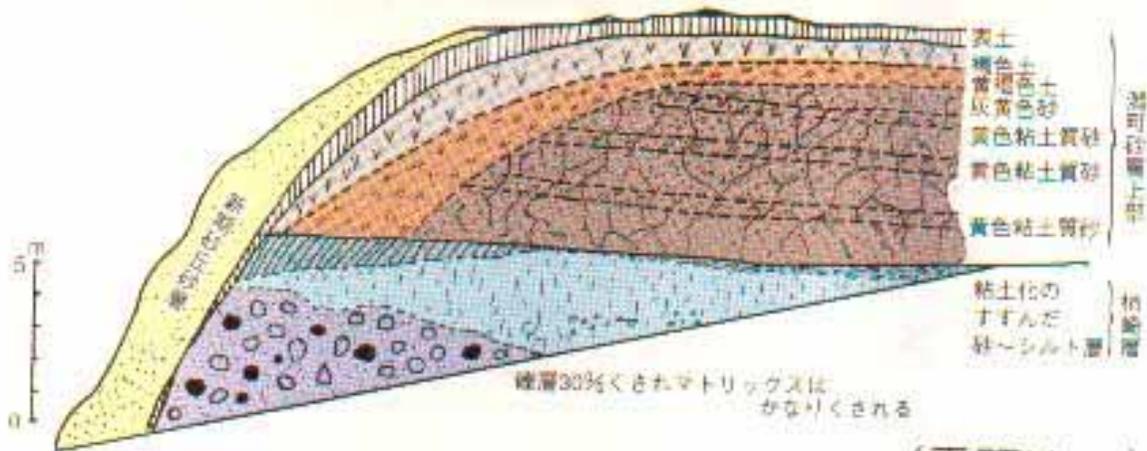
番神砂層(米山海岸-柏崎平野北西部)

いずれも中位海成段丘堆積物の上位に堆積し、  
上部ほど細粒で淘汰もよくなり、

平面状ラミナなど風成砂層の特徴をもつ。

(おそらく最終間氷期の)高海面期に続く海退の  
過程で発達したものと推定される。

(新潟古砂丘グループ 1975)



(露頭No.1)

写真1-43 竹鼻の大露頭の写真とスケッチ (1960年代) スケッチは高田平原団体研究グループ1965による

### 柿崎町竹鼻の段丘面上の古砂丘と新砂丘

(長谷川 正 2003. 柿崎町史 第1章 地形・地質)

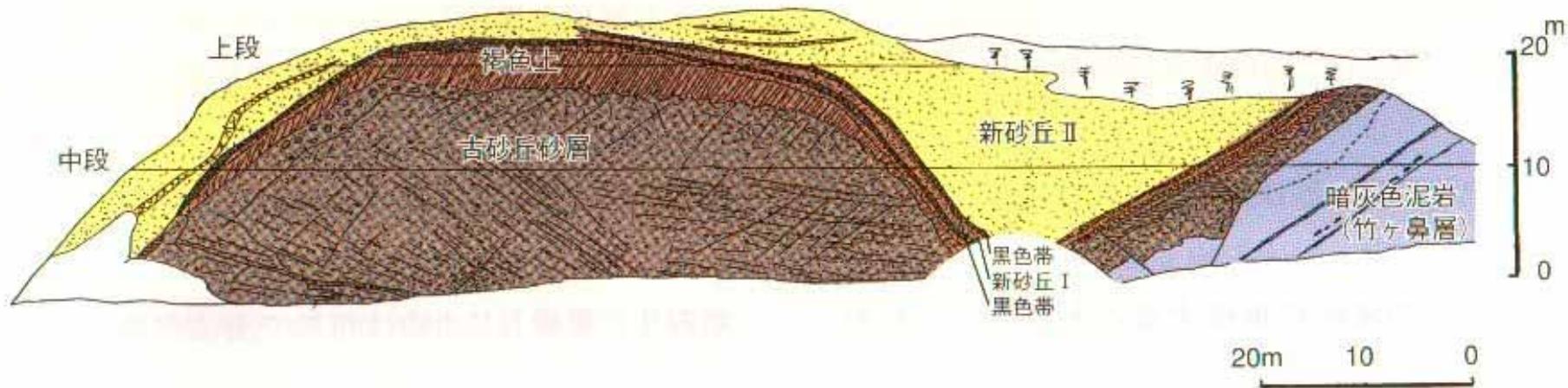


図1-36 かきざきドーム裏の露頭スケッチ (南向き斜面)

柿崎町かきさきドーム裏の新砂丘と古砂丘  
 (長谷川 正 2003. 柿崎町史 第1章 地形・地質)

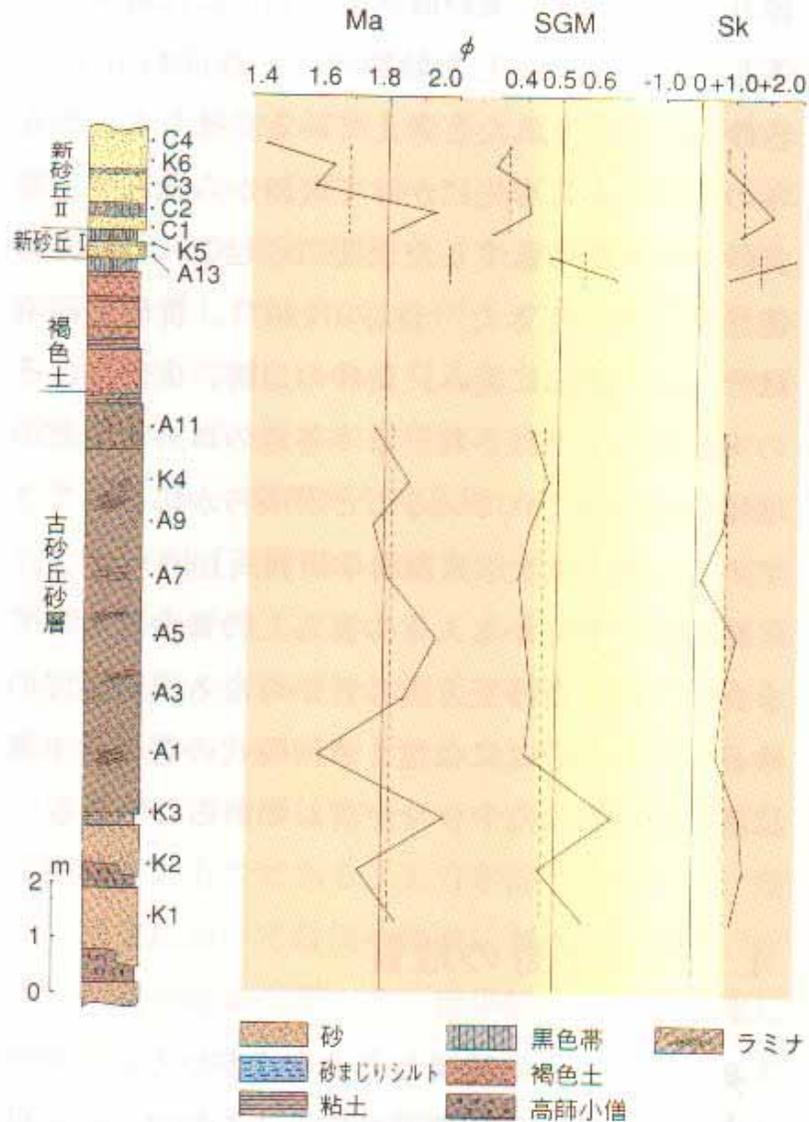


図 1-38 砂丘砂の粒度分析結果  
 Ma: 平均粒径 SGM: 淘汰度 Sk: 歪度  
 実線が測定値、点線はその間の平均値を示す  
 試料はかきざきドーム裏の露頭で採取

## かきざきドーム裏の砂丘砂層の 粒径組成

(長谷川 正 2003.  
 柿崎町史 第1章 地形・地質)

第 十 圖



(小樽ヨリ北) 飯盛山裂罅

庄内地震(1894)による飯盛山の崩壊・噴砂 (小藤文次郎 1896. 震災予防調査会報告 第8号)

第二十圖



庄内地震(1894) 飯盛山(その2) (小藤文次郎 1886. 震災予防調査会報告 第8号)

圖 三 十 第



庄内地震(1894)飯盛山(その3) (小藤文次郎 1886. 震災予防調査会報告 第8号)

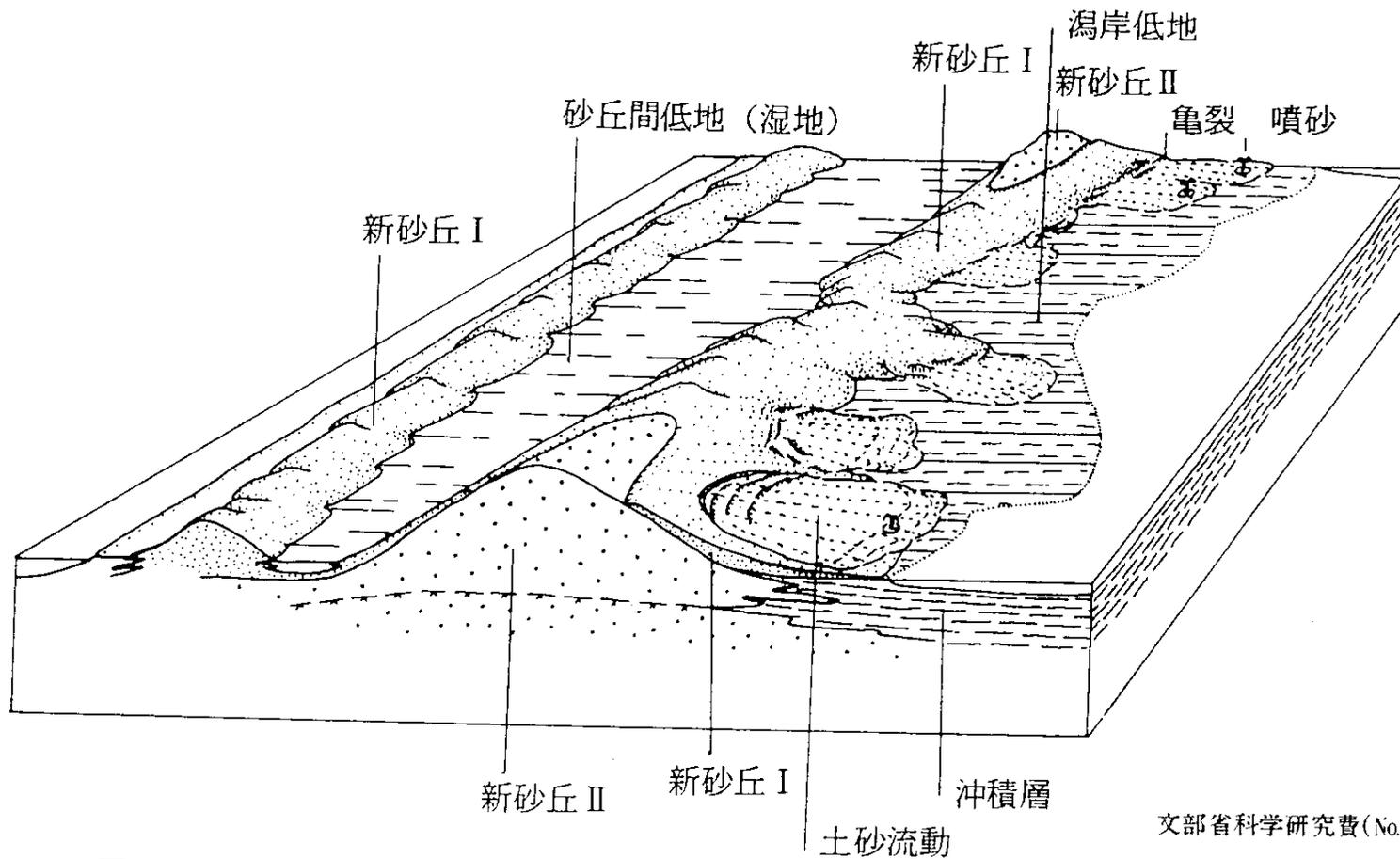


図 4.1.14 若美町五明光及び玉の池地区の地盤モデルと地盤変形

文部省科学研究費(No.58022002)

自然災害特別研究突発災害研究成果

自然災害科学総合研究班

1983年日本海中部地震による災害の総合的調査研究

日本海中部地震(1983)による八郎潟西岸の砂丘の崩壊 (北村 信ほか 1984)