播磨灘表層堆積物の花粉分析¹⁾

——内海域における花粉・胞子の動態——

松下 ま り 子²⁾

Palynological Researches of Surface Sediments in the Harima Nada, Seto Inland Sea—Behavior of Pollen Grains and Spores—¹⁾

Mariko MATSUSHITA²⁾

Samples of the surface sediments from 38 stations in the Harima Nada, Seto Inland Sea were palynologically studied in connection with their physical properties.

The distribution pattern of pollen grains and spores apparently coincides with the contours of the physical properties of the sediments (percentages of fine particles and water content of the sediments and the specific gravities). In fact, it was observed to be a linear correlation between the logarithmic number of total pollen grains and spores and the percentage of the particles which are larger than $\phi 6$ in size to the total particles. Therefore, it could be considered that the pollen grains and spores behave in a similar fashion as inorganic particles which are smaller than $16 \mu\text{m}$ in diameter, transported and deposited as sedimentary particles under the control of constant flow.

Among the pollen grains and spores, some showed the characteristic distribution, thus they seemed to have been determined by the supply route and the inherent buoyancy.

I. 研究 目 的

播磨灘や大阪湾の内海底には、乾泥 1 グラム当たり数千～数万粒の花粉・胞子化石が堆積しており、これら花粉・胞子化石は古環境の復元、植生の地史的遷移等の研究に役立っている。ところで、これらの研究を進める場合、花粉・胞子が植生から水域へ搬入され、海底に堆積するまでの運搬・堆積の系ならびに花粉・胞子の特性を十分把握することが不可欠である。

花粉は水域において微細粒子(シルト-粘土大)と同様の挙動を示し、これらは主に水の動きに影響を受けることがいくつかの海域について報告されている(MULLER, 1959; KORENEVA, 1966; GROOT, 1966; TRAVERSE and GINSBURG, 1966; 中村ほか, 1974)。前報(松下, 1981)で、播磨灘表層堆積物中の花粉組成の比率分布から、灘に搬入された花粉・胞子は水の動きに影響を受けなが

ら、主に北部から中南部へ運搬されることを推定した。本研究では、花粉・胞子数の分布を堆積物の物理的特性(粒度組成、含水率、比重)との関連で論じ、物質の運搬、堆積に関与する水の動き—潮流・恒流の影響について考察する。さらに、花粉・胞子の特性に関して若干の考察を加え、内海域での花粉・胞子の動態を解明する。

本研究をすすめるにあたり、種々の御指導と御助言をいただいた神戸市立教育研究所、前田保夫博士に深く感謝の意を表すると共に試料を御提供下さり、討議していただいた瀬戸内海汚染総合調査団の方々には感謝し御礼申し上げたい。

II. 調 査 海 域

播磨灘は瀬戸内海東部に位置し、面積 $3,426 \text{ km}^2$ 、平均水深 25.6 m のほぼ閉鎖系に近い海域で、灘中央部に水深 40 m 程度の堆積盆を形成している。潮流は明石海

1) 1981 年 9 月 2 日受付, 1977 年 4 月 6 日第 24 回日本生態学会にて発表

2) 神戸大学教養部生物学教室, Biological Laboratory, College of General Education, Kobe University.

峡, 鳴門海峡, 備讃瀬戸を通過しており, 中央部では潮流の影響が少なく停滞性が高い。花粉・胞子の主な搬入経路である河川は, 千種川, 揖保川, 市川, 加古川等をはじめ多数が本州側に集中しており, 他には淡路島南西部に三原川がみられる程度で, 四国側にはみることができない。

III. 試料と分析

試料: 瀬戸内海汚染総合調査団が, 1976年8月および1977年10月, コアサンプラーで柱状試料約30cm採取したものを使用した。今回分析した試料は, 表面下3cm(第1層)の堆積物で, 播磨灘全域計38サンプル(Fig. 1)である。

花粉分析: 水酸化カリウム-弗化水素酸-塩化亜鉛比重分離-アセトリシス処理により花粉・胞子を抽出した。読みとり数は原則として500粒とし, それぞれの試料について乾泥1g当たりの花粉・胞子数に換算した(松下, 1981)。

含水率: 凍結乾燥後の減量分を測定した。

比重: エクマン・バージ型採泥器で採取した試料について, 瀬戸内海汚染総合調査団が測定した資料を用いた。

粒度分析: JISの規定に基づいて前処理を施し, 孔径 $500\mu\text{m}$ の標準ふるいを通過した粒子について, 同 $125\mu\text{m}$, $63\mu\text{m}$ のふるいで分別, $63\mu\text{m}$ ふるいを通過した分画を沈降測定用容器に注入し, 沈降法により分析した。

IV. 結果

堆積物の性状

堆積物の粒度組成, 含水率, 比重をTable 1に, それぞれの分布をFig. 2に示す。微細粒子($16\mu\text{m}$ 以下)の比率は明石海峡, 鳴門海峡, 備讃瀬戸を通過する潮流の流路付近で低率, 北部および中南部で高率となる

Fig. 1 Location of samples studied.

(Fig. 2-a). とくに, 小豆島東沖の5地点(St. 10, 12, 17, 18, 40)は90%以上を示している。silt以下およびclay粒子の比率分布もほぼ同様である。しかし, siltのみの比率は鳴門海峡, 備讃瀬戸に近接するSt. 2,

Fig. 2 Contours of physical properties of the sediments.

a: percentage of the particles which are larger than $\phi 6$ in size to total particles ($<500\mu\text{m}$). b: percentage of water content. c: specific gravity.

Table 1 Physical properties of the sediments.

St. No.	Particle size (%)			Md ϕ	Water content (%)	Specific gravity
	sand	silt	clay			
1	0.7	36.3	63.0	9.5	63.6	1.22
2	1.2	49.7	49.1	8.0	62.0	1.22
3	73.1	14.2	12.7	3.1	29.7	1.71
4	1.6	42.4	56.0	7.7	66.3	1.24
5	20.7	46.8	32.5	6.1	47.8	1.45
6	1.8	47.5	50.8	8.1	63.3	1.24
7	1.2	36.3	62.5	9.8	67.1	1.22
8	10.2	38.7	51.1	8.2	66.6	1.37
9	14.7	39.5	45.9	7.5	58.2	1.28
10	0.3	32.1	67.6	9.3	74.0	1.19
11	0.4	38.0	61.6	8.5	76.5	1.26
12	2.7	34.1	63.2	9.2	62.8	1.22
13	0.9	35.5	63.7	9.3	68.3	1.20
14	13.7	32.2	54.1	8.5	67.7	1.34
15	1.0	35.9	63.1	9.1	64.7	1.24
16	1.2	34.2	64.7	9.4	68.5	1.19
17	0.4	32.2	67.4	9.8	70.2	1.19
18	0.6	32.8	66.5	9.3	69.8	1.18
19	4.4	27.5	68.1	9.6	62.1	1.21
20	0.6	34.3	65.0	8.3	64.8	1.19
21	6.9	32.8	60.4	8.0	58.2	1.24
24	13.2	27.3	59.5	8.9	58.4	1.34
25	11.5	37.0	51.5	8.3	56.0	1.25
29	63.3	13.7	23.0	2.6	29.3	1.80
30	68.0	12.5	19.5	3.3	36.7	1.60
32	51.5	19.6	28.9	3.9	36.6	1.44
36	0.8	42.1	57.1	9.0	59.5	1.24
37	40.6	22.4	37.0	6.0	49.6	1.31
40	1.0	27.5	71.6	9.7	68.3	1.18
41	4.1	36.7	59.2	9.0	59.2	1.31
42	2.5	35.1	62.4	9.3	54.0	1.26
43	37.1	28.3	34.6	5.9	31.0	1.47
44	55.5	16.3	28.3	3.5	35.9	1.65
45	43.1	19.2	38.7	6.5	40.6	1.30
46	19.2	33.2	47.5	7.7	46.0	1.33
47	3.8	44.9	51.3	8.1	68.2	1.21
48	0.9	35.2	63.9	9.2	65.1	1.22
49	7.7	35.3	57.0	8.8	63.8	1.25

sand : $\phi 1 \sim 4$, silt : $\phi 4 \sim 8$, clay : $> \phi 8$

4, 5, 6, 36, 47 で高率となる点が異なっている。含水率の分布も、北西部および中南部が高く、ことに中央部 (St. 10, 11, 17) で70%以上となっている (Fig. 2-b)。比重も海峡付近では1.4~2.0と大きい、中央部 (St.

10, 16, 17, 18, 20, 24) と淡路西淡町沖 (St. 13) で1.2以下となっている (Fig. 2-c)。次に粒度組成を三角ダイアグラムで表わした (Fig. 3)。38地点中29地点がシルト質粘土堆積物に属し、clay ($\phi 8$ 以上粒子)

- 3) ϕ (ファイ) : mm 単位の径を2を底とする対数の負数で表わしたもので $\phi = -\log_2$ 粒径 (mm) となる。 ϕ が0~1 : 1 mm~500 μ m, 粗砂, 1~2 : 500~250 μ m, 中砂, 2~3 : 250~125 μ m, 細砂, 3~4 : 125~63 μ m, 微砂, 4~8 : 63~4 μ m シルト, 8以上 : 4 μ m 以下, 粘土と表わされる。ただし、ここで言う sand は $\phi 1 \sim 4$ である。

45.9~71.6%, silt ($\phi 4\sim 8$) 27.3~49.7%, sand ($\phi 1\sim 4$) 0.3~19.2% の組成比を示している (図中●印). 一方, clay, silt が低率で sand が 63.3~73.1% の高率を占める地点は海峡に最も近い地点 (St. 3, 29, 30) である

Fig. 3 Percent composition of sand ($\phi 1\sim 4$), silt ($\phi 4\sim 8$), and clay ($<\phi 8$) in the sediments. $\times$: near the straits (St. 3, 29, 30). ∇ : surrounding area of the former stations (St. 5, 32, 43, 44, 45) and St. 37. $\bullet$: central-south and north-west area (St. 1, 2, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 24, 25, 36, 40, 41, 42, 46, 47, 48, 49)

(図中 $\times$ 印). それらをとりかこむ地点 (St. 5, 32, 43, 44, 45) と St. 37 では clay 28.3~38.7%, silt 16.3~46.8%, sand 20.7~55.5% となる (図中 ∇ 印). また, 粒度組成のヒストグラムと累積曲線を描いてみると, $\phi 1\sim 4$ の比率が高く, 粒径中央値 $Md\phi$ が 2.6~3.3, $\phi 1\sim 4$ と $\phi 10$ 以上の比率が高く, $Md\phi$ が 3.5~6.5, $\phi 1\sim 4$ をほとんど欠き $\phi 10$ 以上の比率が高く $Md\phi$ が 7.5~9.8, の大きく 3 つのタイプに区分できる (Fig. 4). $Md\phi$ が低い地点は海峡に最も近い 3 地点, $Md\phi$ が高い地点は灘の中南部と北西部の 29 地点と一致している. また ϕ が 1~4 と 10 以上の 2 ヶ所で比率が高く $Md\phi$ が 3.5~6.5 となる地点は潮流の影響を受ける 6 地点と一致し, 分級が悪い. このように海峡に近く潮流の影響を受ける海域では粒度, 比重が大きく, 含水率が低い. 一方, 北西部および中南部の潮流の影響が小さい海域で, 粒度, 比重が小さく, 含水率が高い. とくに灘中央部でその傾向が強い. また St. 8, 9 は clay 比率がやや低く, 比重も大きく, 備讃瀬戸の影響がみうけられる.

花粉・孢子の分布

乾泥 1g から抽出した主な花粉・孢子数を Table 2 に, 花粉・孢子数の分布を Figs. 5, 6 に示す. 総花粉・孢子数は $24.6\sim 498.6 \times 10^2$ 粒の範囲で灘全域から検出され, 明石海峡, 鳴門海峡, 備讃瀬戸を通過する潮流の流路付近で 100×10^2 粒以下と少なく, 北西部および中

Fig. 4 Frequency and cumulative weight curve of particle size at three stations.

Table 2 Number of typical pollen grains and spores ($\times 10^2$) per gram of dry sediments.

St. No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Arboreal Pollen (AP)	199.0	188.5	18.4	182.0	64.7	129.2	162.7	199.5	122.3	181.0	243.7	162.9	174.5
<i>Pinus</i>	132.5	122.0	10.0	126.5	38.8	78.9	89.6	136.5	72.0	108.5	126.0	108.0	95.0
<i>Abies</i>	4.5	6.0	0.5	4.5	0.5	1.4	8.6	7.0	5.3	2.3	1.7	2.7	2.5
<i>Tsuga</i>	10.5	7.0	0.4	2.5	1.3	1.7	9.5	7.5	6.0	4.1	5.1	2.7	3.5
<i>Cryptomeria</i>	17.0	17.0	3.4	11.0	8.0	17.6	13.1	17.5	11.3	23.0	63.0	14.4	19.5
Fagaceae	11.5	11.0	1.4	17.5	6.9	11.0	14.3	11.5	11.9	19.5	19.7	14.5	15.0
Herbaceous Pollen (HP)	13.5	11.5	1.9	17.5	7.7	9.8	25.8	12.0	12.0	9.7	13.0	9.4	17.5
Gramineae	5.0	6.5	0.9	7.5	3.3	6.9	5.9	4.5	4.3	4.5	5.1	2.3	10.5
Fern Spore (FS)	8.0	11.5	1.0	11.0	2.5	6.9	11.7	8.0	7.5	13.5	12.9	5.7	19.5
Total pollen & spores	261.5	251.5	24.6	245.5	89.5	174.8	226.4	253.5	162.5	229.5	319.5	245.3	254.0

St. No.	14	15	16	17	18	19	20	21	24	25	29	30	32
Arboreal Pollen (AP)	107.8	133.1	229.8	184.3	258.4	155.3	168.3	97.7	138.4	124.9	21.5	63.7	61.2
<i>Pinus</i>	57.3	75.9	127.3	95.8	149.3	93.6	100.4	55.3	96.1	69.8	11.4	35.0	33.5
<i>Abies</i>	1.7	1.2	3.2	1.1	10.5	4.1	5.7	1.5	4.5	4.1	0.4	1.8	6.5
<i>Tsuga</i>	1.7	3.1	6.4	5.3	9.8	5.9	6.2	1.0	4.1	4.5	0.7	0.8	3.5
<i>Cryptomeria</i>	17.9	20.7	28.3	25.4	30.0	9.5	21.8	12.0	6.5	11.6	3.7	9.3	1.0
Fagaceae	9.0	10.2	21.8	26.0	18.0	17.1	10.5	12.3	9.8	14.0	2.6	8.5	7.0
Herbaceous Pollen (HP)	13.7	14.2	17.9	12.6	14.4	7.0	20.4	17.0	9.0	13.6	2.3	5.2	5.0
Gramineae	5.9	9.0	10.3	4.2	6.0	2.3	13.7	7.0	3.3	6.8	1.1	2.5	2.5
Fern Spore (FS)	9.7	8.6	15.4	15.4	18.8	10.4	11.8	6.3	11.5	9.4	0.9	4.8	4.3
Total pollen & spores	172.5	198.4	320.1	262.6	378.8	204.3	238.3	151.3	205.8	186.8	31.3	88.3	89.5

St. No.	36	37	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	Total
Arboreal Pollen (AP)	169.9	99.3	177.5	157.8	107.9	54.8	67.6	76.2	115.1	367.9	336.6	200.0	5703.4
<i>Pinus</i>	104.4	52.8	110.5	66.6	58.9	24.0	40.3	28.0	76.5	212.4	180.0	86.8	3286.2
<i>Abies</i>	7.2	6.6	4.5	6.0	3.3	2.3	3.8	5.0	5.8	13.5	9.9	7.7	169.4
<i>Tsuga</i>	12.2	8.7	6.0	6.6	4.5	0.8	2.8	10.5	4.8	18.0	11.7	2.6	204.0
<i>Cryptomeria</i>	8.6	9.3	10.5	18.0	6.1	5.5	2.8	3.8	4.2	36.0	38.7	26.4	603.4
Fagaceae	15.8	9.0	17.5	28.8	19.2	10.0	9.4	15.1	9.6	18.1	50.4	39.9	576.9
Herbaceous Pollen (HP)	14.7	7.8	13.5	39.6	32.8	37.5	6.0	4.3	7.3	12.3	44.1	33.4	566.9
Gramineae	5.0	5.4	7.5	22.8	16.4	14.3	2.3	1.5	2.9	1.2	16.2	16.7	254.0
Fern Spore (FS)	14.4	6.3	16.5	15.0	11.5	4.8	5.0	9.5	8.0	1.4	15.3	13.5	368.2
Total pollen & spores	237.6	140.7	254.0	295.8	202.0	128.8	98.5	119.3	166.8	498.6	484.2	324.6	8518.0

南部で 200×10^2 粒以上と多かった (Fig. 5)。ことに St. 11, 16, 18, 47, 48 では 300×10^2 粒以上が検出された。*Pinus*, *Cryptomeria*, Fagaceae 花粉はいずれも総花粉・胞子数の分布と同様に、潮流の影響を受ける海域で少なく、北西部および中南部で多い傾向がみられる (Fig. 6-a, b, c,)。 *Cryptomeria* 花粉は $1.0 \sim 63.0 \times 10^2$ 粒の範囲で検出され、北西部ならびに小豆島東沖から中央部で花粉数が多く、とくに St. 11, 18, 47, 48 で 30×10^2 粒以上であった。Fagaceae 花粉は $1.4 \sim 50.4 \times 10^2$ 粒の範囲で検出され、北西部 (St. 48, 49) で 30×10^2 粒以上、中央部 (St. 16, 17) で 20×10^2 粒以上が検出された。*Pinus* 花粉は総花粉・胞子数の 40% の高

い組成率を占め、花粉数は $10.0 \sim 212.4 \times 10^2$ 粒の範囲で検出され、北西部 (St. 47, 48) と中央部 (St. 11, 16, 18) さらに淡路西淡町沖 (St. 4) および南部沿岸 (St. 1, 2, 8) で 120×10^2 粒以上と多かった。*Abies*, *Tsuga* 花粉も潮流の影響を受ける海域で少ないが、総花粉・胞子の分布とは異なり、灘西部で多くみられる。Gramineae 花粉はとくに北部沿岸域 (St. 41, 42, 43, 48, 49) で多く $14.3 \sim 22.8 \times 10^2$ 粒が検出された。また灘中央部でも 10×10^2 粒以上検出される地点 (St. 13, 16, 20) があった (Fig. 6-a)。シダ胞子はやや総花粉・胞子の分布に似るが、全域でほぼ均一に分布する。このように花粉の種類によって分布パターンが異なっている。

V. 考 察

総花粉・胞子数の分布は堆積物の物理的特性である微細粒子率, 含水率, 比重の分布傾向と一致する. 花粉・

Fig. 5 Distribution of total pollen grains and spores ($\times 10^2$) per g of the sediments.

胞子が多数検出された海域は灘の北西部と中南部で, この海域の堆積物は含水率が高く, 比重が小さいシルト質粘土(clay 比率 50—70%)であった. このことは, CROSS *et al.* (1966) が, デルタ口部や湾底の径路部のシルト質粘土堆積物中に多数の花粉が検出されると述べていることと一致する. また, 山野井 (1973) は新潟県魚沼層群上部の Pink-Pisolite 層直下の単層で, 花粉含有数の多い岩質はシルト質粘土(粘土比 65—75%)であると述べている. この他に, KORENEVA (1966), ZAGWIJN and VEENSTRA (1966) は粘土堆積物中に多数の花粉が検出されることを報告した. このように, シルト質粘土あるいは粘土堆積物から多数の花粉が検出され, 花粉はシルト—粘土大粒子と共に動くことがすでに示されているが, 本報告では, silt 以下微細粒子をさらに細分し, 花粉・胞子はどうのような粒子と挙動を共にするかを考察した. Table 3 に総花粉・胞子数の対数値と silt 以下粒子を ϕ 間隔で区分したそれぞれの大きさの粒子の比率との相関係数を算定し示した. silt 以下の粒子 ($>\phi_4$, $<\phi_3$

Fig. 6 Distribution of typical pollen grains ($\times 10^2$) per g of the sediments.
a : *Pinus* b : *Cryptomeria* c : *Fagaceae* d : *Gramineae*.

Table 3 Correlation coefficients between logarithmic number of total pollen grains and spores and percentage of the particles with fixed size (divided by settling velocity to the total particles).

s i l t				c l a y	
4	5	6	7	8	10 (ϕ)
63	32	16	8	4	1 (μm)
-0.10	0.30	0.71	0.82	0.62	0.75
0.18		0.85			
0.65				0.84	
0.86					

μ m) との間には高い相関が認められ ($R=0.86$)、花粉・胞子はシルト以下の微細粒子と共に動くことがわかる。しかし、 ϕ 間隔で区分したときのそれぞれの粒子との相関には差異がみられ、とくに $\phi 6$ 以下で相関が非常に悪い。このことから、花粉・胞子は約 16μ m 以下の微細粒子と同様の挙動をとるといえる。

ところで、播磨灘でみられる花粉・胞子の大きさは $20\sim 55 \mu$ m のものがほとんどである。水域における物質の運搬・堆積の過程は粒子運動が複合されたものであり、粒子運動は主に、水および粒子の性状と流速によって支配される。粒子の性状の中では、大きさ、比重、形などが重要となる。今、 $20\sim 55 \mu$ m の大きさをもつ花粉・胞子が 16μ m 以下の微細粒子と挙動を共にするならば、両者の沈降速度はほぼ等しいと考えることができ、このことから、花粉・胞子の比重は泥粒子のそれに比較して小さいことになる。花粉・胞子の抽出過程で重液を用いた比重分離法が確立されているが、これは比重の差を利用したものである。微細粒子の沈降速度はストークスの式 $V = \frac{2}{9} g \frac{\sigma - \sigma_0}{\eta} r^2$ によって計算することができる (V : 沈降速度, g : 重力, σ : 粒子の比重, σ_0 : 溶液の比重, η : 溶液の粘性係数, r : 粒子の半径)。今、泥粒子の比重を 2.65、粒径を 16μ m、媒質を海水 (比重 1.026) とし、 40μ m の球形花粉の比重を上式から求めると 1.29 となり、ほぼ妥当な数値を得ることができる。MULLER (1959) は花粉の沈降速度を平均 12 cm/h とし、これは $4\sim 8 \mu$ m の粒子 (fine silt) と同様であるとした。播磨灘の分析結果からも $\phi 6$ 以上粒子の中でも $\phi 7\sim 8$ ($8\sim 4 \mu$ m) で相関が最も高かった。

さて、播磨灘において、物質の運搬・堆積に関与する水の動きの主なものに潮流と恒流があげられる。潮流は

明石海峡、鳴門海峡、備讃瀬戸を通過しており、この潮流の流路付近は堆積物の粒度が大きく、花粉・胞子数は少ない。このように潮流は主に物質の堆積に影響を与えている。ただ、堆積物の物理的特性と花粉・胞子数の分布から、備讃瀬戸の影響は明石海峡、鳴門海峡のように大きくない。また、播磨灘のような内海においては、干潮時、満潮時で日に 2 回潮流が転流しており、最終的に物質の運搬・堆積に寄与する水の動きは潮流の 25 時間平均値である恒流であるといわれている (柳・樋口, 1979)。播磨灘では、灘北部の沿岸から淡路島西岸沿いに大きく右旋する恒流が示されている (海上保安庁, 1976)。花粉・胞子も堆積粒子として挙動するから最終的な運搬・堆積はこの恒流に支配されると考えられる。播磨灘への花粉・胞子の重要な搬入経路である河川は本州側に集中することから、花粉・胞子の供給量は北部が圧倒的に多い。北部から搬入された花粉・胞子は沿岸からの距離に伴って減少すると予想されるが、堆積物中の花粉・胞子は北部沿岸と共に灘中南部で多数検出され、とくに中央部 (St. 11, 16, 18) に集中する。これは恒流によって北部から中央部へ運搬された結果と考えられる。さらに花粉・胞子の中でも河川のみを搬入経路とする Gramineae 花粉の分布をみると、灘中央でも乾泥 1 g 当たり $230\sim 1,370$ 粒が検出され、上述の恒流によって中央部へ運搬され堆積したことが明らかである。

次に、播磨灘における他物質の動態との比較を行なう。近年、当海域の底質調査がすすみ、北部を排出源とする重金属類、PCB 等の移送過程が確認されている。真鍋・竹末 (1974, 1975) は底泥中の重金属類の分析値を微細泥率で補正することによって重金属類が北部から中央部へ連続的に拡がっていることを見出した。中野・新谷 (1979) も北部から負荷された PCB が灘中南部にかけて時計まわりに拡散し、これは恒流の流向と一致すると報告している。HIRAIZUMI *et al.* (1975) も同様の結果を導いている。このように、花粉・胞子は、重金属、PCB 等と同様に堆積粒子として運搬・堆積することがわかる。

さて、総花粉・胞子数は灘の北西部および中央部で多数検出された。Pinus, Cryptomeria, Fagaceae 花粉も総花粉・胞子と同様の傾向をみせ、北部から搬入されたこれらの花粉は恒流によって同一の動きをし、中央部に堆積することがわかる。三者の中で、Pinus 花粉は、南部沿岸と淡路西淡町沖でも多数みられるが、物質の到達海域が灘中央部であることから、これは、北部から運搬されてきたものと、四国および淡路島に生育するマツ林か

らの付加によるものと考えられる。花粉数の分布からは、*Pinus*, *Cryptomeria*, *Fagaceae* の間に浮遊力の差は認められなかったが、*Pinus* 花粉は組成率の分布から優れた浮遊力により沖合方向へ遠距離運搬されることが推察できた(松下, 1981)。また、*Pinus* 花粉の浮遊力の優位性は、島倉(1970), TRAVERSE & GINSBURG (1966) らによっても指摘されている。同じ木本花粉である *Abies*, *Tsuga* 花粉は灘西部で多くみられた。両者は生育場所が一致していることからみて、同様の花粉の特性を有し、同一の運搬・堆積過程を経てきたものであろう。一方、主に北部河川を搬入経路とする草本花粉である *Gramineae* 花粉は北部沿岸域で多数検出され、その組成率も高かった(松下, 1981)。しかし、同様の経路をとるシダ胞子は灘一円ではほぼ均一に分布し、これは *Gramineae* 花粉に比較して浮遊力が優っているためと考えられる。KORENEVA (1966) もシダ胞子、中でも Trilate 型はすぐれた浮遊力を持ち、外洋では花粉よりも遠くに運搬されると述べている。このように花粉・胞子の種類によってその分布に差異がみられ、これは主に花粉・胞子の搬入経路および浮遊力によって決定されていると考えられる。

花粉・胞子数の分布をみることによって、花粉・胞子はおおよそ $16\ \mu\text{m}$ 以下の微細粒子と挙動を共にすることがわかった。また、花粉・胞子数および組成率の分布から花粉・胞子の特性がわかり、*Pinus*, シダ胞子は優れた浮遊力を持っていることが明らかになった。このように花粉・胞子の量と組成の分布をみることによって、海域における花粉・胞子の動態の一部が解明された。

VI. 摘 要

(1) 播磨灘表層堆積物の花粉分析の結果、花粉・胞子は灘全域で検出されたが、乾泥 1g 当たりの花粉・胞子数は、明石海峡、鳴門海峡、備讃瀬戸を通過する潮流の影響を受ける海域で 100×10^2 粒以下と少なく、一方中南部および北西部の潮流の影響をほとんど受けない海域で 200×10^2 粒以上となっている。

(2) 総花粉・胞子数の分布は堆積物の物理的特性である微細粒子率、含水率、比重の分布傾向と一致する。また、総花粉・胞子数の対数値と $\phi 6$ 以上粒子の比率との間には高い相関が認められ ($R=0.85$)、これらのことから、花粉・胞子はおおよそ $16\ \mu\text{m}$ 以下の微細粒子と挙動を共にする。

(3) 花粉・胞子の分布から、花粉・胞子は主に恒流によって灘北部から中央部へ運搬され堆積することがわかる。

(4) *Pinus*, *Cryptomeria*, *Fagaceae* 花粉は総花粉・胞子の分布とほぼ一致するが、*Pinus* 花粉ではさらに南部沿岸と淡路西淡町沖に分布がみられる。*Abies*, *Tsuga* 花粉は西部海域に多かった。*Gramineae* 花粉は北部沿岸海域で多数検出された。シダ胞子は灘全域ではほぼ均一に分布した。これらの分布決定の主要因は、花粉・胞子の搬入経路と浮遊力である。

引 用 文 献

- CROSS, A. T., THOMPSON, G. G. and ZAITZEFF, T. B. (1966) Source and distribution of palynomorphs in bottom sediments, southern part of Gulf of California. *Marine Geol.*, **4**, p. 467—524.
- GROOT, J. J. (1966) Some observation on pollen grains in suspension in the estuary of the Delaware river. *Marine Geol.*, **4**, p. 409—416.
- HIRAIZUMI, Y., MANABE, T., TAKAHASHI, M., NISHIDA, K., JOH, H. and NISHIMURA, H. (1975) Analysis of PCBs contamination of sediment in the coastal waters of the Seto Inland Sea. *La mer*, **13**, p. 163—170.
- 海上保安庁 (1976) 水道周辺海域の海水流動と交換機構の解明。科学技術庁研究調整局編、紀伊水道に関する総合研究報告書。p. 127—162.
- KORENEVA, E. V. (1966) Marine palynological researches in the U. S. S. R. *Marine Geol.*, **4**, p. 565—574.
- 真鍋武彦・竹末敏男 (1974) 播磨灘底土の汚染について—I. 汚染の数値的解析について。兵水試々報, no. 14, p. 61—67.
- 真鍋武彦・竹末敏男 (1975) 播磨灘底土の汚染について—II. 重金属などの汚染度分布。兵水試々報, no. 15, p. 81—90.
- 松下まり子 (1981) 播磨灘表層堆積物の花粉分析——花粉組成と現存植生の比較——。第四紀研究, **20**, p. 89—100.
- MULLER, J. (1959) Palynology of recent Orinoco delta and shelf sediments. *Micropaleont.*, **5**, p. 1—32.
- 中野 武・新谷幸三 (1979) 播磨灘、大阪湾における有機塩素化合物(ポリ塩化ビフェニル、ポリ塩化ターフェニル)による底質汚染について。兵庫県公害研究所報告, no. 11, p. 33—39.
- 中村 純・黒田登美雄・満塩博美 (1974) 堆積学的花粉分析学, その1——九州西方海域および四国の海底表層堆積物——。地質調査所月報, **25**, p. 209—221.
- 島倉己三郎 (1970) 日本海海底堆積物の花粉分析。日本海, no. 5, p. 27—30.
- TRAVERSE, A. and GINSBURG, R. N. (1966) Palynology of the surface sediments of Greater Bahama Bank, as related to water movement and sedimentation. *Marine Geol.*, **4**, p. 417—459.
- 山野井徹 (1973) 古湖底(魚沼層群上部)における花粉粒子の堆積特性。地質学雑誌, **79**, p. 599—610.
- 柳 哲雄・樋口明生 (1979) 瀬戸内海の恒流。沿岸海洋研究ノート, **16**, p. 123—127.