

Dictyochaetae, *Pediastrum* の出現傾向から見た 淀江平野の中期完新世古環境変遷

荒川賢丈¹・徳岡隆夫¹・渡辺正巳²

Holocene paleoenvironmental change in Yodoe plain, Tottori Prefecture, Southwest Japan, based on the analyses of planktic microfossils, Dictyochaetae and *Pediastrum*.

Yoshitake Arakawa¹, Takao Tokuoka¹ and Masami Watanabe²

Abstract : Relative abundances of marine plankton Dictyochaetae and freshwater plankton *Pediastrum* were systematically determined from a drill core through Holocene sediments in Yodoe Plain, to decipher environmental changes in the Paleo-Yodoe Lake. Compared with the difficult and time-consuming diatom assemblage analysis normally used, the above method offers a simple but valuable method for the study of environmental changes in brackish lakes, as the two species concerned are easy to identify under the microscope due to their characteristic features. Chemical analyses of TOC, TN, C/N, TS and C/S were also made from the same core. It is well-known that total sulfur (TS) and carbon-nitrogen ratio (C/N) are sensitive indicators of freshwater-brackish-marine conditions. Environmental indicators from the chemistry are compatible with those derived from the plankton abundances.

Key words : chemical analysis, paleoenvironment, Dictyochaetae-analysis, *Pediastrum*-analysis, Yodoe plain.

はじめに

近年、汽水域における堆積物中の TOC (Total Organic Carbon), TN (Total Nitrogen), TS (Total Sulfur) など化学分析値と堆積環境の関係が調べられ (Sampei et al., 1997 など), 汽水域での簡易な古環境 (堆積環境) 推定方法として定着しつつある。その裏には分析機器の発達その他, 「従来汽水域の古環境 (堆積) 推定に用いられてきた珪藻分析が, だれにでも容易に

出来るものではない。」という事情も存在した。しかし「塩水楔」の存在する汽水域では, 底層水の環境を示す化学分析値と, 表層水の環境を示す珪藻分析がそろわなければ, 正確な堆積環境が推定できないことも明らかである。

筆者らは, 汽水域の堆積物を対象とした花粉分析を実施する際に海洋性プランクトンの一種である Dictyochaetae (Order Dictyophales) および, 淡水性プランクトンの一種である *Pediastrum* (Order

¹ 島根大学総合理工学部地球資源環境学教室
Faculty of Science and Engineering, Shimane University, 1060 Nishikawatsu, Matsue 690-8504 Japan
e-mail ; tokuoka@riko.shimane-u.ac.jp

² 文化財調査コンサルタント株式会社
Consultant of Archaeological Research Inc., 57-2 Shimohigashikawatsu, Matsue 690-0822 Japan
e-mail ; m.watanabe.ar@ma 4.justnet.ne.jp

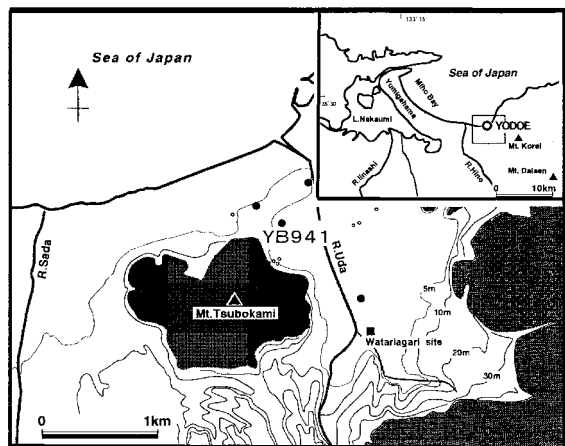


図1 調査位置図

Fig.1 Map of Yodoe plain and drilling site.

Chlorococcales, Family Hydrodictyaceae) が分析用プレパラート中に混入する事を経験的に知っていた。これら2種類の同定は容易であり、珪藻に変わる表層水の環境指標になりうると、筆者らは考えた。

本報では、珪藻化石分析に変わる簡便な古環境(堆積環境:主に表層水)指標を探るために、鳥取県西部の淀江平野にける YB 941 ボーリング (図1) を対象に、Dictyochaetae および、*Pediastrum* の出現傾向と化学分析結果の比較を行った。この結果 Dictyochaetae と TS, *Pediastrum* と C/S (Total Organic Carbon / Total Sulfur) の間に強い相関関係があることが明らかになった。このことから Dictyochaetae 分析および *Pediastrum* 分析が、珪藻分析に変わる簡便な堆積環境推定の指標として有効であることが示唆された。また、Dictyochaetae 分析と *Pediastrum* 分析に基づき、淀江平野の古環境変遷を推定した。

試料について

中村ほか (1997) の YB 941 ボーリングコアを分析試料とした。YB 941 ボーリングコアの柱状図を図2左端に示す(詳細な記載は中村ほか (1997) を参照)。

Dictyochaetae 分析は、図2に示す化学分析と同層準の18試料について行った。*Pediastrum* 分析は図2に示す、化学分析と異なる層準の21試料について行った。

分析方法

以下にそれぞれの分析方法および結果の表示方法を示す。化学分析の内 TOC, TN は中村ほか (1997) により既に報告済であるが、測定機器を代え、再度分析を行った。

(1) Dictyochaetae

湿潤試料 0.04~0.06 g を秤量し、水を加え 10 cc に調整。十分に攪拌した溶液からピペットにより一滴 (約 0.05 g) を滴下し、プレパラートに封入。封入したプレパラート全面を検鏡し、Dictyochaetae の個体数を計数。

結果の表示は、上述の数値を用いて湿潤試料 1 g あたりの個体数を算出し示す。

(2) *Pediastrum*

今回は花粉分析の過程で検出できた *Pediastrum* を対象に計数を行った。このため、プレパラートの作製は渡辺 (1995) の花粉分析処理方法に準じている。ただし振動篩は利用せず、コンカルビーカーと沈降速度の違いを利用した方法により粘土分除去を行った。プレパラートを検鏡し、木本花粉総数が 200 個体以上になるまでに出現した *Pediastrum* の個体(群体)数を計数した。

結果の表示は、木本花粉総数に対する百分率 (%) で示す。

(3) 化学分析

試料を乾燥・粉砕後、200 メッシュ篩にて調整。HCl (1 N) にて洗浄後、FISON 社製 EA 1108 型 CHNS コーダを用いて分析。また、標準試料には BBOT を使用。

結果の表示は TOC, TN, TS として百分率で示すほか、C/N, C/S も算出する。

分析結果

分析結果を図2、表1に示した。

(1) 化学分析結果に基づくステージ区分

化学分析結果は、ステージ I~IV に大別することが可能である。ステージ I~IV のそれぞれの特徴は以下の通りである。

ステージ I: TN は 0.10~0.18% と安定している。TOC は最下部で 1.2%, C/N は最下部で 13, 上部で 12~13 と低い値を示すが、他の試料では 1.9~2.6%, 14~17 と安定している。TS は中部で 2.6%, 上部で 2.2% と著しい高率を示し、他の試料では 1.2~2.0% を示す。C/S は 1.0~1.5 と安定している。

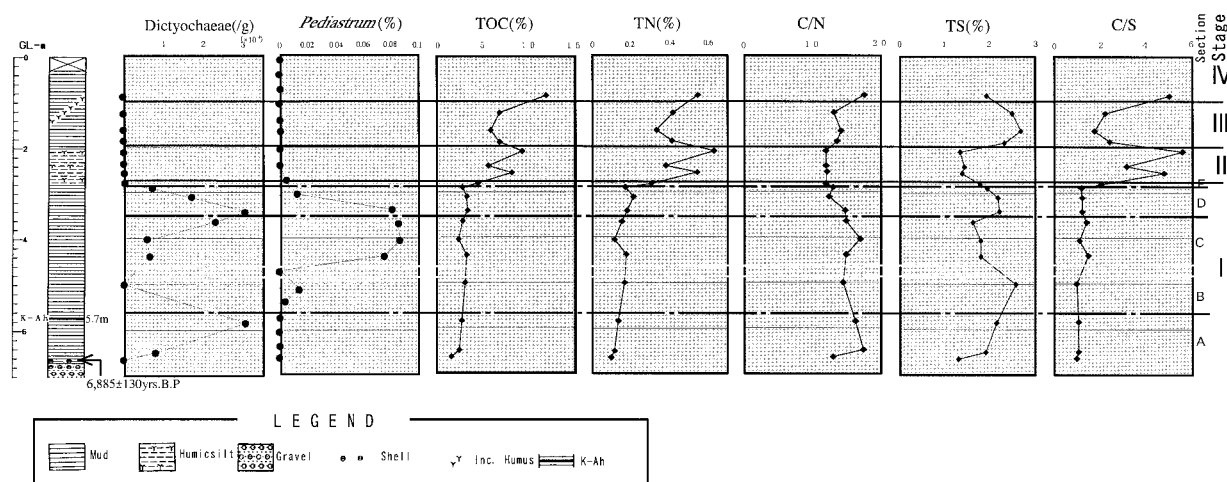


図2 ボーリングコア YB 941 の分析結果

Fig.2 Microfossile Assemblage Zones and Chemical analyses Zones from YB 941 site. (Section A through D are Microfossile Assemblage Zones. Stage I through IV are Chemical analyses)

表1 分析結果一覧

Table 1 Data of Dictyochaeeae-analysis, Pediastrum-analysis and Chemical analyses

Sample.No.	Depth.(m)	TOC(%)	TN(%)	C/N	TS(%)	C/S	Dicty.(/g)	Pedias(%)	Depth.(m)	Sample.No.	Section	Stage
								0	0.06	102		IV
								0	0.4	110		
								0	0.74	118		
121	0.87	9.538	0.543	17.565	1.916	4.978	0					
212	1.25	5.461	0.416	13.127	2.472	2.209	0	0	1.04	205		III
225	1.64	4.696	0.333	14.102	2.676	1.755	0	0	1.4	217		
303	1.88	5.49	0.408	13.456	2.301	2.386	0	0	1.64	225		
310	2.09	7.441	0.627	11.868	1.331	5.591	0	0	2.03	308		II
321	2.41	4.481	0.378	11.854	1.422	3.151	0	0	2.38	320		
326	2.56	6.549	0.54	12.128	1.372	4.773	0					
404	2.81	3.593	0.302	11.897	1.769	2.031	0	0.003846	2.75	402	E	I
407	2.89	2.225	0.172	12.936	1.919	1.159	6858.7					
414	3.1	2.596	0.21	12.362	2.16	1.202	17146.76	0.012	3.04	412	D	
425	3.41	2.632	0.179	14.704	2.194	1.2	30757.33	0.080586	3.38	424		
502	3.65	2.265	0.153	14.804	1.607	1.409	22981.97	0.084577	3.68	503		
515	4.05	1.919	0.113	16.982	1.785	1.075	5945.31	0.086777	4.05	515	C	
526	4.39	2.615	0.176	14.858	1.778	1.47	6377.54	0.075099	4.39	526		
								0	4.71	606		
616	5	2.433	0.168	14.482	2.562	0.95	0	0.014218	5.12	620	B	
								0.003571	5.38	629		
713	5.84	2.188	0.135	16.207	2.13	1.027	30864.17	0	5.72	709		
								0	6.06	720		
								0	6.36	730		
804	6.49	1.972	0.114	17.298	1.893	1.042	8000	0			A	
810	6.64	1.239	0.096	12.906	1.298	0.955	0	0	6.64	810		

中村ほか (1997) の分析では I 期中部から上部の層準で TN, C/N の減少傾向を認めているが、今回の分析では明瞭に現れなかった。

ステージ II : TOC が 4.5~7.4%, TN が 0.38~0.62%, C/S が 3.2~5.6 と I 期に比べ著しく高くなる。一方で、C/N は 12, TS は 1.3~1.4% と低くなる。

ステージ III : TOC が 4.7~5.5%, TN が 0.33~0.42%, C/S が 1.8~2.4 と II 期に比べ低くなる。一方で、

TS は 2.3~2.7% と著しく高くなり、C/N は 13~14 とやや高くなる。

ステージ IV : TOC が 9.5%, TN が 0.54%, C/S が 5.0, C/N が 18 と III 期に比べ著しく高くなる。一方で、TS は 1.9% と著しく低くなる。

(2) 微化石に基づく区分

前述のステージ I の試料からは Dictyochaeeae, *Pediastrum* が検出される。これらの出現傾向を基に

ステージ I をセクション A~E に細分することが可能である。セクション A~E のそれぞれの特徴は以下の通りである。

セクション A: *Dictyochaetae* が 0~30000/g と増加する。*Pediastrum* は検出されない。

セクション B: *Dictyochaetae* は出現しないが、*Pediastrum* が 0.014% で小ピークを示す。

セクション C: *Dictyochaetae* が 6000~23000/g と増加する。また、*Pediastrum* は 0.087% でピークを示す。

セクション D: *Dictyochaetae* は前区分から 31000/g まで増加しピークを示すが、後半には 6900/g まで減少する。一方で、*Pediastrum* は 0.081~0.012% と減少する。

セクション E: *Dictyochaetae* は出現せず、*Pediastrum* も 0.0038% と低率である。

微化石と化学分析値の関係

Dictyochaetae 分析値、*Pediastrum* 分析値と、化学分析値の相関図を作成し(図 3)、相関係数を算出した(表 2)。ただし、GL-2.81 m より上位では *Dictyochaetae*、*Pediastrum* とともにほとんど認められないことから、対象から除いた。

(1) *Dictyochaetae*

試料 No.616 (図 3 の◆) は *Pediastrum* の割合が高い傾向にあり、表層と底層での塩分濃度が異なる「塩水楔」に起因する可能性が考えられる。また、「塩水楔」の存在は同試料の C/S が 0.95 と低いことから予想される。これらのことから、試料 No.616 (図 3 の◆) を相関係数の算出から除いた。

表 2 で明らかのように、TS との強い相関が認められた。また、TOC との弱い相関も認められた。

(2) *Pediastrum*

Pediastrum は他の分析項目と分析層準が異なることから、分析層準の 0~0.12 m の範囲に入る試料であれば同じ試料と見なし相関図に示した。また、試料 No.709 (図 3 の★) では陸上に生育していた植物が縄文海進に伴い水没し死滅した結果、TOC、C/N が増加したと考えられる。この結果 C/N が 16 と高いにも関わらず *Pediastrum* が低率であったと考えられる。このことから、相関係数の算出から除いた。

表 2 で明らかのように、C/N との強い相関が認められた。また、C/S とも相関が認められた。

以上のように *Dictyochaetae* と海水の指標とされる TS、*Pediastrum* と淡水(陸源碎屑物)の指標とされ

表 2 相関係数一覧

Table 2 Correlation coefficient between the data of *Dictyochaetae*, *Pediastrum* and the data of Chemical analyses (TOC, TN, C/N, TS, C/S)

	TOC(%)	TN(%)	C/N	TS(%)	C/S
Dicty.(/g)	0.554755	0.392003	0.128575	0.64805	0.166943
Pedia.(%)	0.331593	0.003997	0.78494	-0.11956	0.63069

る C/N の間に強い相関が認められることから、*Dictyochaetae* 分析、*Pediastrum* 分析が汽水域での堆積環境推定に有効であることが明らかである。このことから、*Dictyochaetae* 分析、*Pediastrum* 分析が珪藻分析に変わる汽水域での堆積環境推定の指標となることが示唆される。

古環境推定

前述のように *Dictyochaetae* 分析、*Pediastrum* 分析が珪藻分析に変わる古環境推定の指標となることが明らかになった。このことから、*Dictyochaetae*、*Pediastrum* が多く検出できたステージ I について、*Dictyochaetae*、*Pediastrum* 分析および化学分析に基づく古環境の推定を行う。

また、ステージ II より上位では今回の目的であった *Dictyochaetae*、*Pediastrum* も検出されなかった。ステージ II より上位は中村ほか(1997)の Stage 3 (沼の時代)に相当するが、中村ほか(1997)を上回る情報は得られなかった。一方で、YB 941 ポーリングコアを対象とした花粉分析結果の投稿準備中であることから、今回はステージ II より上位の古環境推定を行わず、次の機会に譲ることとする。

セクション A: *Dictyochaetae* が増加傾向を示す。セクション A 最下部で 6,885±130 y.B.P. が得られ、最上部に K-Ah 火山灰層が確認されていることと合わせ、縄文海進に伴い、湾内の塩分濃度が上昇していったと考えられる。また、淀江湾と日本海を隔てる砂州はまだ未発達であったと推定される。

前述のように、TC および C/N の増加は急激な海水準上昇にともない陸上に生育していた植物が水没したことによると考えられる。

セクション B: *Dictyochaetae* が減少するのに対し、TS は増加を、C/S は減少を続ける。一方、*Pediastrum* は小ピークを示す。河川からの流れ込みが多くなり、淀江湾内の表層水は淡水化する。一方で砂州が未発達なため、底層水は塩水楔として高塩分を保ったと推定される。このために、底層水は貧

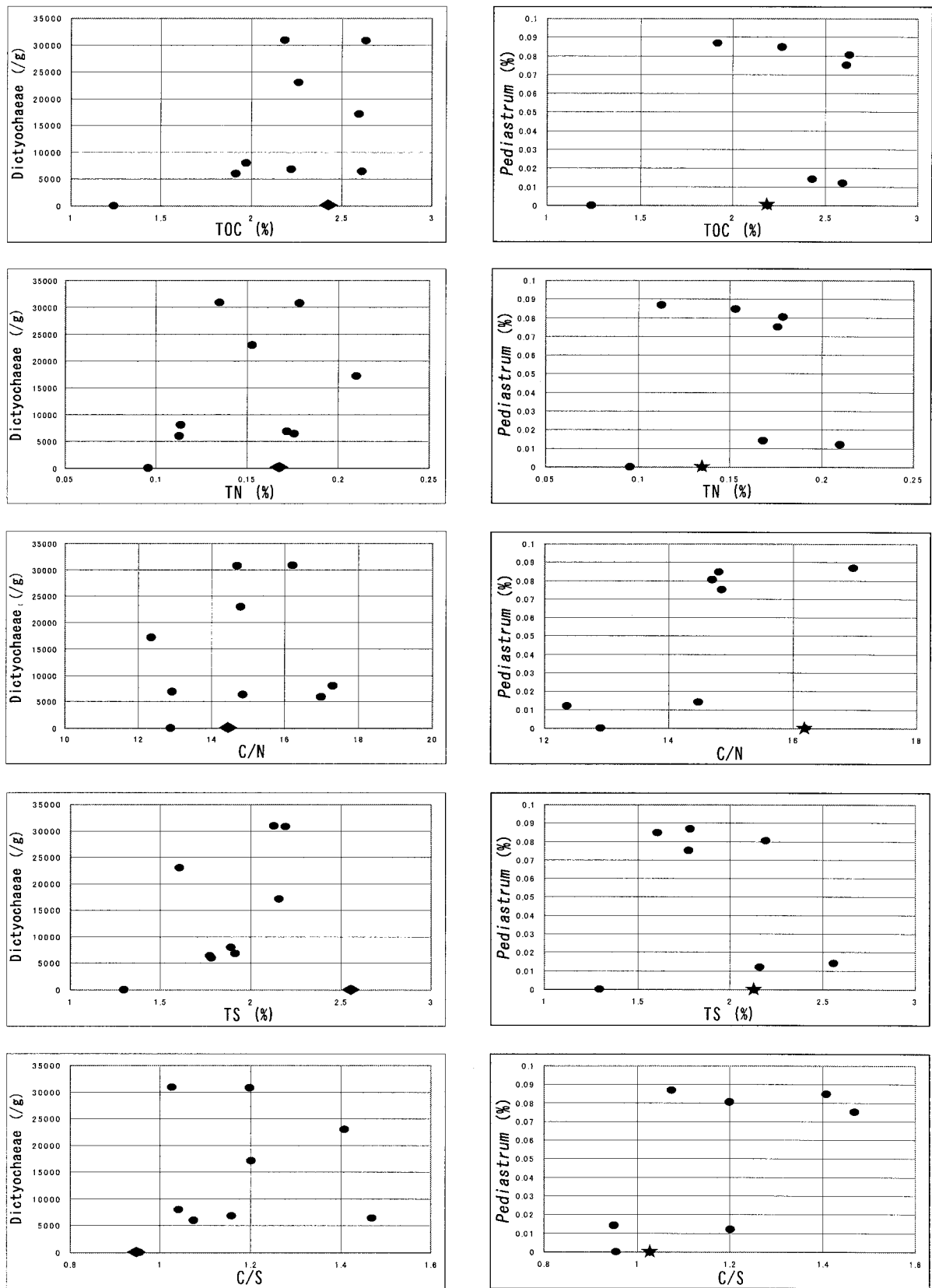


図3 Dictyochaetae, *Pediastrum* と化学分析値との相関図

Fig.3 Correlations between the data of Dictyochaetae, *Pediastrum* and the data of Chemical analyses (TOC, TN, C/N, C/S).

酸素(強還元)環境になったと考えられる。

セクション C: *Pediastrum* が高い値を示すことから、河川からの流れ込みが激しかった、あるいは河川による沖積作用が進み河口が前進したと推定できる。*Dictyochaetae* が安定して出現することから、砂州の発達はさほど進んでいなかったと考えられる。しかし沖積作用により湾内が急速に浅くなり、あるいは沈水砂州が形成され、セクション B で認められた塩水楔の現象が見られなくなったと考えられる。

河川から湾内への流れ込みが激しかった原因の一つには、降水量が多かったことが推定できる。

セクション D: *Dictyochaetae*, TS が高い値を示し、塩分濃度が高くなったと考えられる。*Pediastrum* や C/N が低くなることから河川からの流入量が減少したことは明らかである。この結果、海水の影響がやや強くなったと考えられる。後半では一転して *Dictyochaetae* が急減し、急激な環境変化が推定される。この時期以降急激に砂州が発達し、淡水湖沼へと変化した可能性が示唆される。砂州の急激な発達は、海退により促された可能性もある。

区分 E: *Dictyochaetae* が全く検出されず、*Pediastrum* の出現率も低くなる。一方で、TOC が急増するが C/N は減少傾向にあることから、河川からの流入量の乏しい淡水湖沼へと変化していったと考えられる。

ま と め

Dictyochaetae 分析値, *Pediastrum* 分析値と科学分

析値との比較から, *Dictyochaetae* の検出量と TS・TC, *Pediastrum* と C/N・C/S との相関関係が認められた。このことから, *Dictyochaetae* 分析, *Pediastrum* 分析が珪藻分析と同様に汽水域での古堆積環境推定に有効であることが示唆された。

また, *Dictyochaetae* 分析, *Pediastrum* 分析を用いて, 堆積環境の推定を試みた。

今後, 珪藻分析データとの比較や, 科学分析値との比較データを多く集め一般化に努めたい。

謝辞

本報告は, 荒川の卒業論文の一部をまとめ直したものである。卒業論文執筆にあたり, 島根大学総合理工学部永江美由起氏をはじめ関係諸氏には貴重なご指導・ご助言を頂いた。また, 本報告執筆にあたり文化財調査コンサルタント(株)深尾千春氏には貴重なご助言を頂いた。ここに記してお礼申し上げます。

参 考 文 献

- 中村唯史・徳岡隆夫・赤木三郎・岩田文章(1997) 淀江平野の地下地質と淀江潟の復元. LAGUNA (汽水域研究), 4: 59-68.
- Sampei Y., Matsumoto E., Kamei T. and Tokuoka T. (1997) Sulfur and organic carbon relationship in sediments from coastal brackish lakes in the Shimane peninsula district, southwest Japan. *Geochemical Journal*, 31: 245-262.
- 渡辺正巳(1995)花粉分析法. 考古資料分析法, pp.84-85. ニュー・サイエンス社, 東京.