

研究種目：若手研究（B）
 研究期間：2006～2008
 課題番号：18760378
 研究課題名（和文）
 花粉を用いた流域水環境変化と河川水・地下水の挙動の解明に関する研究
 研究課題名（英文）
 STUDY ON FLOWS OF RIVER WATER AND GRONDWATER AND WATER ENVIRONMENT CHANGES IN RIVER BASIN USING POLLEN ANALYSIS
 研究代表者
 石塚 正秀（ISHIZUKA MASAHIDE）
 香川大学・工学部・准教授
 研究者番号：50324992

研究成果の概要：

瀬戸内地方の最終氷期の試料を含んだ花粉分析は研究例が少なく、香川県は引田町（坂東・古市，1972）と高松・丸亀平野（古市，1980）が報告される程度である。

2006年5月29～31日に香川県綾川町で採取したボーリングコアを下位より No.9 から No.1 の層準に分類して年代測定，花粉分析を行った。

年代測定結果から No.9 から No.6 の層準は上部更新統の段丘堆積物，No.5 層準より上部は完新統の堆積物と判明した。

花粉分析結果から，最終氷期前期の亜間氷期は現在よりも冷涼かつ乾燥した環境，後氷期初期は温暖でやや湿潤な環境，後氷期後期は温暖で湿潤な環境であることが分かった。この結果は既存の瀬戸内海沿岸の最終氷期の花粉分析結果とよく一致した。しかし，本研究では全体を通じてマツ科花粉が少なく，*Castanopsis* はみられなかった。これは瀬戸内海沿岸とは異なる綾川中流域における植生の特徴と考えられる。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	2,500,000	0	2,500,000
2007年度	600,000	0	600,000
2008年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	3,700,000	180,000	3,880,000

研究分野：環境水理学

科研費の分科・細目：土木工学・水工学

キーワード：花粉，植生変遷，ボーリングコア，綾川，河道変遷，イネ科，堆積物，年代測定

1. 研究開始当初の背景

水中や堆積物中に含まれる花粉をトレーサとして，河川水・地下水の流出起源を明らかにし，さらに，それらの時空間変化をもとに流域スケールでの植生・土地利用変化にともなう水環境変化を明らかにすることを目的

とする。

2. 研究の目的

花粉を用いて過去の植生を解明した研究は数多いが，瀬戸内海地域は乾燥した気候で湿原の発達が悪く，良好な花粉分析用試料の

入手が難しい。例えば、最終氷期の試料を含む研究は、尾道市（安田，1983），児島湾（三好，1994）および鳴門市（板野ほか，1994）において行われている（三好，1998）。

香川県では過去に、引田町（坂東・古市，1972）と高松・丸亀平野（古市，1980）において最終氷期を含む試料の花粉分析が行われたが、前者は更新世の試料から花粉がほとんど出ておらず、後者は主に三豊層群の存在をメタセコイヤによって確認する内容である。三木町の長尾断層（杉山ほか，2001）では後氷期後期以降の花粉分析が詳細に行われ、人為的な森林破壊に伴う二次林の増加が示されている。

本研究では、香川県の中讃域を流れる綾川の中流域の水文気象観測所で採取したボーリングコアを用いて年代測定、花粉分析を行い、綾川流域周辺の最終氷期以降の古植生を推定する。

3. 研究の方法

(1) 花粉分析用試料と ^{14}C 年代測定用試料の採取

ボーリングは 2006 年 5 月 29～31 日に行った。D-1B 型油圧式試錐機を用いて、ロータリー式ボーリング工法にて行った。ボーリングコアはボーリングの先端にメタルクラウンを装着したコアチューブ（外径 66mm）により鉛直方向に土壌を採取した。孔口標高は 52.236m、掘進長は 8.00m、孔内水位は GL-1.10m であった。N 値測定のために、1m 深さ毎に 50cm 深さの N 値測定用の試料が含まれる。

ボーリングコアは土壌粒径から、下位より No.9 から No.1 の 9 つの層準に分類した（図 1）。No.9 層準（コア深度 8.00m-7.85m）は暗灰色のシルト混り砂である。No.8 層準（コア深度 7.85m-7.45m）は黒褐色の砂質シルトである。No.7 層準（コア深度 7.45m-6.55m）は暗緑灰色のシルト質砂である。No.6 層準（コア深度 6.55m-3.55m）は暗褐色のシルト混じり砂礫である。No.5 層準（コア深度 3.55m-3.25m）は黒褐色の礫混りシルトである。No.4 層準（コア深度 3.25m-1.80m）は灰色の礫混り砂である。No.3 層準（コア深度 1.80m-0.95m）は黒褐色の砂混り有機質シルトである。No.2 層準（コア深度 0.95m-0.15m）は淡褐色の砂混り粘土である。No.1 層準（コア深度 0.15m-0.00m）は黒褐色のシルト質砂で耕作土である。

花粉分析用試料は 1 試料あたり約 50g 採取した。全層準から 1 試料ずつ計 9 試料を採取し、試料番号は層準の番号と合わせて下位より AP9～AP1 とする。年代測定用試料は 7 試料採取した（図 1）。

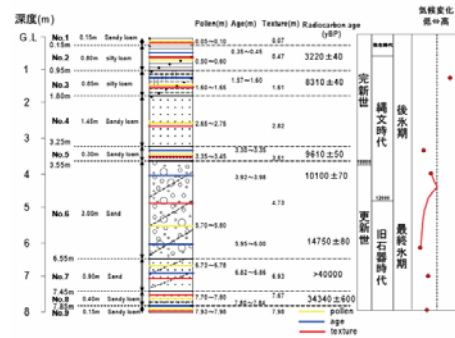


図 1 地質柱状図と花粉・年代測定試料採取層準

(2) 花粉分析処理方法

はじめに試料表面の洗浄を行い、小豆くらいの大きさに砕く。砕いた試料は 10% KOH 水溶液に浸して泥化させてフミン酸・粘土鉱物を遊離させる。つぎに蒸留水を加えて傾瀉法によりフミン酸・粘土鉱物を除去する。つぎに、HF で珪酸質を除去して、ZnCl₂ 溶液で残った粘土鉱物と有機物を比重分離させて、アセトリシス処理でセルロースを分解して花粉を濃縮させる。最後に、グリセリンゼリーで置換してプレパラートに封入した。

4. 研究成果

(1) 年代測定結果

^{14}C 年代測定は AMS 法により行い、No.7 は木片、それ以外は有機堆積物を分析した。測定結果（図 1）から、No.6 層準と No.5 層準の境界（コア深度 3.55m）が約 1 万年前であること、ボーリングコアの最下層準は約 4 万年前であることがわかった。つまり、No.6 層準より下部は上部更新統の段丘堆積物、No.5 層準より上部は完新統となる。No.9 層準から No.7 層準は最終氷期前期の亜間氷期、No.6 層準は晩氷期後期、No.5 層準から No.3 層準は後氷期初期、No.2 層準は後氷期後期の堆積物であることがわかった。また、No.7 層準と No.6 層準の境界（コア深度 6.55m）には最終氷期最盛期直前から晩氷期初期までの堆積物が欠落している。

(2) 花粉同定結果：AP8

以下に示す花粉同定結果を図 2 に示す。Salix, Juglans がそれぞれ約 20%, Quercus が 15% と優勢であった。その他にマツ科針葉樹と Tilia, がそれぞれ 8% みられ、Deutzia, Castanea, Ligustrum, Phellodendron, Ulmus, Cyclobalanopsis, Corylus, Cryptomeria, Fraxinus, Alnus, Carpinus, の順に多く産出した。草本花粉の割合は 24% であり、Artemisia が 15%, Cyperaceae が 7%, Gramineae, Polygonaceae, Menyanthes, Carduoideae の順に多く産出した。

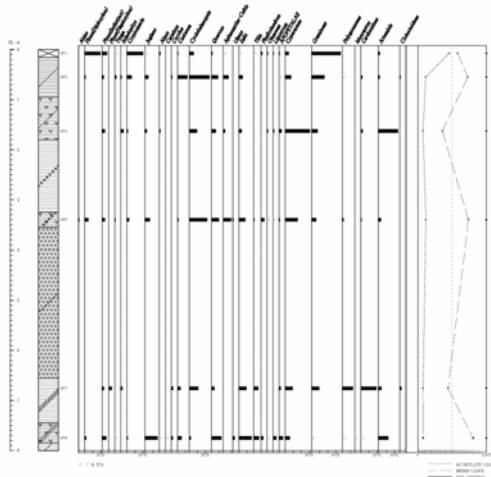


図 2 香川県綾川町ボーリングコアの花粉ダイアグラム

(3) 花粉同定結果：AP7

木本花粉は 22 個産出した。Quercus, Salix, Tilia, Castanea, Pinus Haploxyton, Cyclobalanopsis, Corylus, Pinus がみられた。

(4) 花粉同定結果：AP5

Cyclobalanopsis が 30% と優勢であり、Celtis & Aphananthe が 13%、マツ科針葉樹、Quercus がそれぞれ 12%、Salix, Juglans, Phellodendron, Cryptomeria Castanea, Deutzia, Tilia, Ulmus, Ligustrum, Fraxinus の順に多く産出した。草本花粉の割合は 35% であり、Cyperaceae が 21%、Gramineae が 7%、Artemisia Polygonaceae, Carduoideae の順に多く産出した。

(5) 花粉同定結果：AP3

木本花粉は 34 個産出した。Cyclobalanopsis, Quercus, Salix, Pinus, Sciadopitys, Deutzia がみられた。

(6) 花粉同定結果：AP2

Cyclobalanopsis が 34% と優勢であり Castanea が 16%、Quercus が 11%、Celtis & Aphananthe が 9%、Cryptomeria が 8%、マツ科針葉樹が 6% みられ Salix, Juglans, Corylus, Sciadopitys, Deutzia の順に多く産出した。草本花粉の割合は 37% であり、Gramineae が 22%、Cyperaceae が 10%、Carduoideae, Artemisia, Cichorioideae, Polygonaceae の順に多く産出した。

(7) 花粉同定結果：AP1

Cryptomeria が 34%、Pinus Diploxyton が 33% と優占しており、Cyclobalanopsis が 9% みられ Phellodendron Quercus, Fraxinus, Alnus, Ligustrum, Castanea, Deutzia, Tilia, Celtis & Aphananthe, Tsuga, Salix, Juglans の順に多く産出した。草本花粉の割合は 72% であり、Gramineae が非常に多く 62%、

Cyperaceae が 7%、Artemisia の順に多く産出した。

(8) まとめ

本研究は香川県綾歌郡綾川町北地区で採取したボーリングコア (8m) の花粉分析を行い、古植生を復元し当時の気候を考察した。年代測定の結果から、最終氷期最盛期直前から晩氷期初期まで空白があるが、約 4 万年前から現在までの時代であることがわかった。これは、香川県で行われた坂東・古市 (1972) や古市 (1980) の最終氷期の試料を含む花粉分析のデータがほとんどない時期にあたる。

花粉分析の結果より、最終氷期前期の亜間氷期は Juglans, Quercus, Tilia が優勢であり、加えて Corylus や Carpinus などの落葉広葉樹が産出され、Cryptomeria が少ないことから、綾川流域は現在よりも冷涼かつ乾燥した気候であると推定した。後氷期初期は Cyclobalanopsis が 30% と多く、Quercus の約 2 倍の割合であり、Cryptomeria も約 4% みられることから、綾川流域は温暖な気候で、やや湿潤であると推定した。また、Celtis & Aphananthe が多く産出しており、西日本の後氷期初期 (R I) の特徴と一致する。後氷期後期は Cyclobalanopsis が 34% と多く、Quercus の 3 倍以上の割合で優勢となった。また、Cryptomeria も 8% ほど産出しており、全国的には減暖期であったが、綾川流域では温暖で湿潤な環境であったと考えられる。耕作土である現在の試料からは Cryptomeria が 34%、Pinus Diploxyton が 33% と優占しており、現在の綾川流域の植生と非常によい整合性がみられた。

全体を通して、花粉産出の傾向は瀬戸内海沿岸の児島湾 (三好, 1994) や岡山県頭島 (Fujiki et al., 1998) の結果とよく一致した。しかし、本研究ではマツ科針葉樹の割合が極端に少なかった。これは木本花粉が同定の目安に達した試料がいずれも比較的温暖な時期の試料であることから Abies, Picea, Pinus Haploxyton がほとんど産出されなかったこと、比較を行った他の最終氷期の試料を含む花粉分析の研究がいずれも沿岸部であり、本研究はやや内陸の試料であることから海岸部に生息するクロマツ由来の Pinus が少ないことなど推測される。また、Cyclobalanopsis が優勢となる後氷期の温暖な時期でも Castanopsis はみられなかった。これらは瀬戸内海沿岸とは異なる綾川中流域特有の植生であると考えられる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計3件)

- ① 松居俊典・石塚正秀・此松昌彦, 香川県綾川町ボーリングコアの花粉分析による最終氷期以降の古植生, 第四紀研究 査読有.
- ② 石塚正秀・平田和也・長谷川修一・山中稔, もみ殻からのケイ素の溶出特性とため池の植物プランクトン種構成変化の実証実験, 水工学論文集, 土木学会, 第53巻, pp.1381-1386, 2009, 査読有.
- ③ 石塚正秀・江種伸之: 農業用水取水ルールを考慮した分布型水文流出モデルによる紀の川流出解析, 水工学論文集, 土木学会, 第52巻, pp.391-396, 2008, 査読有.

〔学会発表〕(計5件)

- ① 平田和也, もみ殻からのケイ素の溶出特性とため池の植物プランクトン種構成変化の実証実験, 第53回土木学会水工学講演会, 2009年3月4~6日, 芝浦工業大学豊洲キャンパス
- ② 石塚正秀, 農業用水取水ルールを考慮した分布型水文流出モデルによる紀の川流出解析, 第52回土木学会水工学講演会, 2008年3月6日, 広島大学東広島キャンパス
- ③ 石塚正秀, 地域への情報提供を目的とした地下水・水文・気象観測システムの構築, 平成19年度土木学会四国支部第13回技術研究発表会, 2007年5月12日, 香川大学工学部
- ④ 町川恵人, 丸亀平野における分布型水文流出モデルの適用, 平成19年度土木学会四国支部第13回技術研究発表会, 2007年5月12日, 香川大学工学部
- ⑤ 松居俊典, ボーリングコア中の花粉分析による河川流域の植生変遷, 平成19年度土木学会四国支部第13回技術研究発表会, 2007年5月12日, 香川大学工学部

〔産業財産権〕

○出願状況(計2件)

- ①
名称: あまみずちゃん (amamizuchan) もしくは「あまみずちゃんのたび」という名称
発明者: 石塚正秀
権利者: 国立大学法人香川大学
種類: 商標登録
番号: 商願 2008-41305
出願年月日: 2008年6月2日

国内外の別: 国内

②

名称: あまみずちゃん(あまみずちゃん, amamizuchan) のデザイン
発明者: 石塚正秀
権利者: 国立大学法人香川大学
種類: 商標登録
番号: 商願 2008-41306
出願年月日: 2008年6月2日
国内外の別: 国内

○取得状況(計2件)

①

名称: あまみずちゃん (amamizuchan) もしくは「あまみずちゃんのたび」という名称
発明者: 石塚正秀
権利者: 国立大学法人香川大学
種類: 商標登録
番号: 商標登録第 5207071 号 (T5207071)
取得年月日: 2009年3月24日
国内外の別: 国内

②

名称: あまみずちゃん (あまみずちゃん, amamizuchan) のデザイン
発明者: 石塚正秀
権利者: 国立大学法人香川大学
種類: 商標登録
番号: 商標登録第 5190042 号 (T5190042)
取得年月日: 2009年1月27日
国内外の別: 国内

〔その他〕

観測データの公開: ホームページ
http://www.eng.kagawa-u.ac.jp/~ishizuka/aws_j.html

6. 研究組織

(1) 研究代表者

石塚 正秀 (ISHIZUKA MASAHIDE)
香川大学・工学部・准教授
研究者番号: 50324992

(2) 研究協力者

松居 俊典 (MATSUI TOSHINORI)
香川大学・工学部・技術職員