

花粉分析による植生変遷の調査Ⅱ

松尾 朋樹¹ 穴井 裕也¹ 近田 誉睦¹ 吉良 美穂² 手島 隆文²
1:大分県立日田高等学校 学生 2: 大分県立日田高等学校 教員

1. Abstract

The Kyudai area, located in the west of Oita prefecture, has man-made Cedar forests. These cedars were planted about 250 years ago. Now what is the story of vegetation in this area? How has the vegetation changed over the past 250 years? In order to understand this area's vegetation succession, we did a pollen analysis.

We collected soil from the investigation place and came to the conclusion that a mountain village began to be formed in those days. This can be the number of some les of Pinaceae pollen increasing in this year. As the temperature was decreased, pollen of fagaceous plants and the birch family are being seen again.

約 250 年前より久大地区で植林が行われていた。私たちは以前の久大地区はどのような植生であったのか興味を持ち花粉分析を行っている。今年度は調査地の土壌をさらに採集し、化石花粉のサンプル数を増やした結果マツ科の花粉が多く見られることより、当時里山が形成され始めたとの結論を得た。またブナ科とカバノキ科の花粉が見られることより気温が低下していたこともわかる。

2. Introduction

花粉膜は内膜と外膜の二層構造である。内膜はセルロースやペクチンで形成されている。強酸やアルカリに溶けやすく内容物と共に堆積物中ではほとんど分解、消失する。しかし、外膜はスポロポレニンで形成されているため、強酸やアルカリに溶けにくく、堆積物中에서도化石花粉として残る可能性が高い。そして、堆積物中の化石花粉を基に当時の植生や気候を解明することを花粉分析という[3]。

調査を行った野平のミツガシワ自生地は、大分県玖珠郡玖珠町古後に位置する湿地帯である。北方の湖沼に生息するミツガシワが自生するため、西日本にある湿原の植生の指標となる場所で、大分県天然記念物にも指定されている。



Fig. 1 調査地の様子



Fig. 2 ミツガシワ ※資料[20]より引用

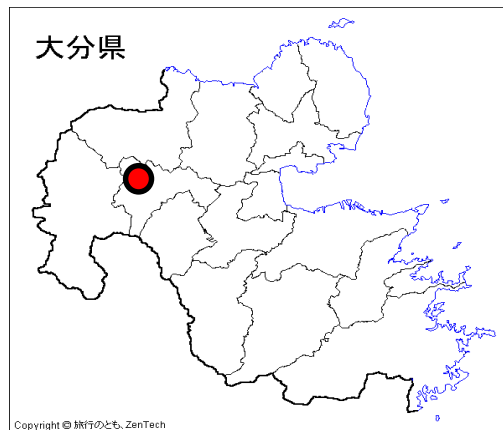


Fig. 3 野平のミツガシワ自生地の写真と地図
※地図は参考文献[32]より引用

3. Materials and Methods

3-1 現在植生の調査

平成 25 年 10 月 6 日に周辺を含めて調査地のフロラ調査*を行った。

※調査対象区域を踏査し、目視確認した植物を同定し記録する、年間を通した調査[29]。

3-2 花粉分析

(1) 試料採取

調査地にて、塩化ビニールパイプを用いてボーリングした後、ボーリング試料を10cmずつに分ける。ただし、土質が変わった場合は変わった場所で分ける。

(2) KOH 処理[1]

タンパク質などのアルカリで分解されやすい物質を分解し、除去する。

- ①遠沈管に試料を入れ、10%KOH水溶液を5mL加え攪拌する。
- ②時々攪拌しながら10分間湯煎する。
- ③蒸留水を加えながら別の遠沈管に茶こしで濾して移す。
- ④10分間遠心分離(2000回転)し、上澄みを捨てる。
- ⑤残渣に蒸留水を10mL加え、10分間遠心分離(2000回転)KOHを完全に除去する。

(3) 比重選別法[1]

重液を用いて鉱物質と有機物を分離する。塩化亜鉛(比重1.9)を用いた。

- ①残渣に塩化亜鉛を4~5mL加える。
- ②攪拌し、沈殿層と上澄みがはっきり分離するまで遠心分離する。
- ③蒸留水を10mL加えた別の遠沈管に上澄みを移し、蒸留水を加え残渣の比重を下げる。
- ④3~4回②③を繰り返し、上澄みを移した遠沈管に蒸留水を加えて10分間遠心分離(2000回転)し、洗浄する。

(4) アセトリシス法[1]

セルロースなど、酸で分解されやすい物質を分解し、除去する。

- ①比重選別後の試料を脱水するため、氷酢酸を5mL加えて攪拌する。
- ②10分間遠心分離(2000回転)し、上澄みを捨てる。
- ③残渣にアセトリシス液(無水酢酸:濃硫酸=9:1)を5mL加え、攪拌しながら5分間湯煎する。

④湯煎後、氷酢酸を5mL加えて攪拌する。

⑤10分間遠心分離(2000回転)、上澄みを捨てる。

⑥残渣に蒸留水を10mL加えて10分間遠心分離(2000回転)し、洗浄する。これを2~3回繰り返す。

(5) プレパラート作成[1]

屈折率が低く、コントラストに優れ、脱水処理が必要なく、残渣を水洗後ただちに封入できる、グリセリンゼリーを封入剤として用いた。

グリセリンゼリーの作り方は、ゼラチン150gを蒸留水175mLに浸して吸水膨張させてから加熱溶解する。これにグリセリン150mLとフェノール3gを加えてよく混和する。

- ①アセトリシス処理を終えた残渣をスライドガラスに一滴落とす。
- ②温めたグリセリンゼリーを一滴落とし、ガラス棒でよくかき混ぜる。
- ③カバーガラスをかけ、透明のマニキュアでカバーガラスのふちをシールする

(6) 検鏡[1]

光学顕微鏡を用いて400倍で試料を検鏡し、木本花粉が計250個に達するまで個体数を数え、その化石花粉の科の同定をする。可能なものは属まで同定する。

※光学顕微鏡では細部まではっきりと見ることができないため、属までの同定が難しい。

4. Results (昨年度までの結果)

4-1 現在の植生(フロラ調査)

・野平のミツガシワ自生地とその付近で見られる木本植物

ノブドウ(ブドウ科)

Ampelopsis glandulosa

ヌルデ(ウルシ科)

Rhus javanica

カキ(カキノキ科)

Diospyros kaki Thunb.

イボタノキ(モクセイ科)

Ligustrum obtusifolium

ヤブガラシ(ブドウ科)

Cayratia japonica Gagn

ヤマガキ(カキノキ科)

Diospyros kaki var. sylvestris Makino

クリ(ブナ科)

Castanea crenata

ノイバラ(バラ科)

Rosa multiflora

タラノキ(ウコギ科)

aralia elata

クサイチゴ(バラ科)

Rubus hirsutus

アジサイ(ユキノシタ科)

Hydrangea macrophylla

クヌギ(ブナ科)

Quercus acutissima

ヒノキ(ヒノキ科)

Chamaecyparis obtusa Endl

ハゼ(ウルシ科)

Toxicodendron succedaneum

・野平のミツガシワ自生地とその付近で見られる
北方系の草本植物

マアザミ(キク科)

Cirsium hilgendorfi Makino

forma glabra Makino

ミツガシワ(リンドウ科)

Menyanthes trifoliata

ヒメシダ(ヒメシダ科)

Thelypteris palustris

・野平のミツガシワ自生地とその付近で見られる
湿原性の低い場所に自生する草本植物

ワラビ(コバノイシカグマ科)

Pteridium aquilinum

ゼンマイ(ゼンマイ科)

Osmunda japonica

ノコンギク(キク科)

Aster microcephalus var. *ovatus*

アシ(イネ科)

Phragmites australis

ネザサ(イネ科)

Pleioblastus variegatus Makino

var. *viridis* Makino

チカラシバ(イネ科)

Pennisetum alopecuroides

アシカキ(イネ科)

Leersia japonica Makino

・野平のミツガシワ自生地とその付近で見られ
る草本の帰化植物

アメリカセンダングサ(キク科)

Bidens frondosa

セイタカアワダチソウ(キク科)

Solidago canadensis var. *scabra*

ヒメジョオン(キク科)

Erigeron annuus

ダンドボロギク(キク科)

Erechtites hieracifolia

・野平のミツガシワ自生地とその付近で見ら
れる草本植物

ママコノシリヌグイ(タデ科)

Persicaria senticosa

var. *heterophylla*

ミゾソバ(タデ科)

Polygonum thunbergii

ノハナショウブ(アヤメ科)

Iris ensata var. *spontanea*

エゾミソハギ(ミソハギ科)

Lythrum salicaria L.

コガマ(ガマ科)

Typha orientalis Presl

ツククサ(ツククサ科)

Commelina communis

ツリフネソウ(ツリフネソウ科)

Impatiens textori

イヌタデ(タデ科)

Persicaria longisetia

ヤブカンゾウ(ユリ科)

Hemerocallis fulva var. *kwanso*

ヨモギ(キク科)

Artemisia indica var. *maximowiczii*

アキノノゲシ(キク科)

Lactuca indica

アブラガヤ(カヤツリグサ科)
Scirpus wichurae. Boeklr.

4-2 花粉分析

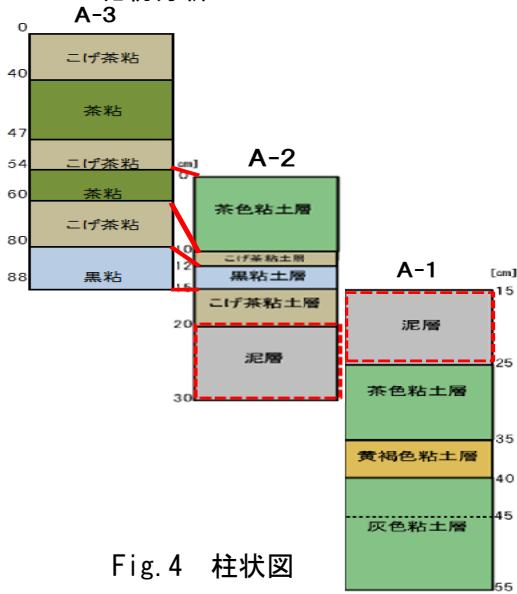


Fig. 4 柱状図

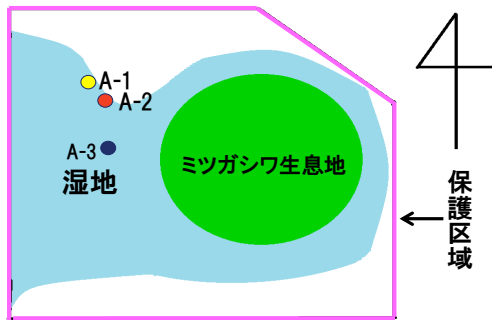


Fig. 5 採取地点と野平のミツガシワ自生地の図

A-1、2は昨年度までの調査、A-3は今年度の調査である。※Fig. 4より、A-3の54~60cmとA-2の0~10cmがどちらも茶色粘土層となっている。A-3の60~80cmとA-2の10~12cmがどちらもこげ茶粘土層となっている。A-3の80~88cmとA-2のA-1の12~15cmがどちらも黒色粘土層となっている。A-2の20~30cmがどちらも泥層となっている。対応している層は同じ年代に堆積しているため、A-3の54~60cmとA-2の0~10cmはまとめてD層、A-3の60~80cmとA-2の10~12cmはまとめてE層、A-3の80~88cmとA-2の12~15cmはまとめてF層、A-1の15~25cmとA-2の20~30cmはまとめてH層と表記している。※深さは地表面を0cmとして表しており、倍率は全て400倍となっている。

深さ	科・属	個数	深さ	科・属	個数	
15~25cm 泥(H)層	ツツジ科	1	0~10cm 茶色粘土(D)層	イチョウ科	7	
	ユリ科	263		スギ科	1	
	アリトウグサ科	10		ヒノキ科	12	
	キク科	3		マツ科	12	
	アヤメ科	2		ヤマモモ科	3	
25~35cm こげ茶粘土(I)層	ヒノキ科	4		アヤメ科	40	
	コナラ亜科	3		アリトウグサ科	2	
	マツ科	1		イネ科	1	
	イネ科	1		カヤツリグサ科	25	
35~40cm 黄褐色粘土(J)層	ヒノキ科	1		キク亜科	1	
	コナラ亜科	10	タンポポ亜科	1		
	ヤマモモ科	2	マメ科	8		
	シソ科	1	ミツガシワ科	1		
	イネ科	1	ユリ科	145		
40~45cm 茶色粘土(K)層	ヒノキ科	2	10~12cm こげ茶粘土(E)層	コナラ亜科	4	
	ヤマモモ科	1		スギ科	1	
	アヤメ科	1000		ツツジ科	7	
45~55cm 灰色粘土(L)層	ヒノキ科	67		ヒノキ科	19	
	コナラ亜科	16		マツ科	8	
	イチョウ科	6		ヤマモモ科	21	
	イネ科	3		アヤメ科	509	
				12~15cm 黒粘土(F)層	アリトウグサ科	7
					イネ科	3
					マメ科	29
			ミツガシワ科		3	
			ユリ科		1395	
			イチョウ科		5	
			クルミ科		1	
			コナラ亜科		27	
			タデ科		4	
			マツ科		145	
			モクセイ科	6		
			ヤナギ亜科	13		
			ヤマモモ科	66		
			アヤメ科	44		
			アリトウグサ科	164		
			キク科	28		
			ナデシコ科	1		
			ナデシコ属	1		
			ユリ科	1018		
			15~20cm こげ茶粘土(G)層	ヒノキ科	52	
				マツ科	6	
				ヤマモモ科	5	
				アヤメ科	8	
			20~30cm 泥(H)層	アリトウグサ科	1	
				イネ科	2	
				ユリ科	561	
				マツ科	2	
				ヤマモモ科	1	
			イネ科	1		
			サトイモ科	1		
			ミズバショウ属	1		
			ツユクサ科	1		
			ユリ科	3		

Table1-1

A-1 地点における深さ別の化石花粉の科及びその数量

12~15cm 黒粘土(F)層	イチョウ科	5
	クルミ科	1
	コナラ亜科	27
	タデ科	4
	マツ科	145
	モクセイ科	6
	ヤナギ亜科	13
	ヤマモモ科	66
	アヤメ科	44
	アリトウグサ科	164
15~20cm こげ茶粘土(G)層	キク科	28
	ナデシコ科	1
	ナデシコ属	1
	ユリ科	1018
20~30cm 泥(H)層	ヒノキ科	52
	マツ科	6
	ヤマモモ科	5
	アヤメ科	8
	アリトウグサ科	1
20~30cm 泥(H)層	イネ科	2
	ユリ科	561
	マツ科	2
	ヤマモモ科	1
	イネ科	1
20~30cm 泥(H)層	サトイモ科	1
	ミズバショウ属	1
	ツユクサ科	1
	ユリ科	3

Table1-2

A-2 地点における深さ別の化石花粉の科及びその数量

深さ	科・属	個数			
0~10cm	アヤメ科	4	54~60 茶粘(D)	アヤメ	6
	アリノトウグサ科	1		アリノトウ	9
	イチョウ科	1		イチャクソウ	1
	オオバコ科	2		イネ	1
	カバノキ科	1		カバノキ	3
	キク科	1		キク	5
	クワ科	2		コナラ亜	10
	スギ科	2		サガリバナ	1
	タデ科	23		シュウカイドウ	5
	トチノキ科	1		ジンチョウゲ	6
	ヒノキ科	5		スギ	1
	フナ亜科	1		タデ	5
	マツ科	55		ツツジ亜	3
マメ亜科	2	ツボラン亜	1		
ユキノシタ科	1	マツ	171		
ユリ科	9	マメ亜	1		
10~20cm	キランソウ亜科	3	モクセイ	3	
	シュウカイドウ科	2	ユリ	36	
	スギ科	1	イチョウ	4	
	タデ科	2	カキノキ	9	
	ニレ科	1	カバノキ	2	
	ヒノキ科	4	クルミ	1	
	マツ科	8	コナラ亜	16	
	モクレン科	2	スギ	17	
	ユリ科	2	ツツジ	1	
	アヤメ科	5	ニレ	1	
アリノトウグサ科	2	ヒノキ	16		
20~30cm	タデ科	2	マツ	849	
	ナデシコ科	1	ムクロジ	1	
	ニレ科	1	アヤメ	4	
	ヒノキ科	1	アリノトウグサ	39	
	マツ科	7	イネ	55	
	ユリ科	25	キク	49	
	アヤメ科	30	キク亜	19	
	イチョウ科	6	サトイモ	1	
	タデ科	3	シソ	2	
	マツ科	21	シュウカイドウ	2	
ユリ科	23	タデ	75		
30~40cm	アヤメ	6	ナデシコ	6	
	アリノトウグサ	21	ハス亜	1	
	イチョウ	3	マメ	9	
	イネ	62	ユリ	80	
	カキノキ	8	アヤメ	11	
	カバノキ	8	アリノトウグサ	17	
	キク	81	イネ	42	
	キク亜	42	カキノキ	22	
	クルミ	1	カバノキ	1	
	コナラ亜	7	キク	82	
シソ	21	キク亜	33		
シュウカイドウ	46	シュウカイドウ	6		
ジンチョウゲ	7	ジンチョウゲ	2		
スギ	34	スギ	1		
タデ	3	ヒノキ	67		
ナス	1	ヒルガオ	7		
ニレ	1	マツ	327		
ヒノキ	29	ミツガシワ	1		
フナ	1	ムクロジ	12		
マツ	1629	ヤマモモ	1		
ムクロジ	2	ユリ	294		
ユリ	177	アカザ	1		
アリノトウグサ	24	アブラナ	5		
イネ	7	アヤメ	16		
キク	61	アリノトウグサ	122		
キク亜	10	イチョウ	8		
タデ	19	イネ	13		
タンポポ亜	1	カバノキ	104		
ツボラン亜	4	キク	708		
ニレ	21	キク亜	3		
マメ亜	6	キンポウゲ	4		
ミソハギ	11	コナラ亜	86		
ミツガシワ	4	シュウカイドウ	11		
リンドウ	13	ジンチョウゲ	8		
ユリ	91	スギ	1		
アケビ	7	センダン	8		
イチイ	3	タデ	3		
イチョウ	4	タンポポ亜	7		
カバノキ	17	ニシキギ	13		
コナラ	4	ニレ	128		
サクラソウ	4	ヒルガオ	1		
スギ	15	ブドウ	29		
ブドウ	11	フトモモ	17		
マツ	503	フナ	5		
キク	18	マツ	1876		
クルミ	1	マメ亜	3		
コナラ亜	6	ミソハギ	6		
シュウカイドウ	2	ミツガシワ	1		
スギ	4	ムクロジ	1		
タデ	1	モクセイ	3		
ヒシ	1	ユリ	1007		
ヒルガオ	1				
フナ	1				
マツ	467				
マメ亜	1				
モクセイ	1				
ユリ	23				
40~47 茶粘土層(B)	アヤメ科	6	60~70 こげ茶粘土(E)	アヤメ	11
	アリノトウグサ科	21		アリノトウグサ	17
	イチョウ	3		イネ	42
	イネ	62		カキノキ	22
	カキノキ	8		カバノキ	1
	カバノキ	8		キク	82
	キク	81		キク亜	33
	キク亜	42		シュウカイドウ	6
	クルミ	1		ジンチョウゲ	2
	コナラ亜	7		スギ	1
シソ	21	ヒノキ	67		
シュウカイドウ	46	ヒルガオ	7		
ジンチョウゲ	7	マツ	327		
スギ	34	ミツガシワ	1		
タデ	3	ムクロジ	12		
ナス	1	ヤマモモ	1		
ニレ	1	ユリ	294		
ヒノキ	29	アカザ	1		
フナ	1	アブラナ	5		
マツ	1629	アヤメ	16		
ムクロジ	2	アリノトウグサ	122		
ユリ	177	イチョウ	8		
アリノトウグサ	24	イネ	13		
イネ	7	カバノキ	104		
キク	61	キク	708		
キク亜	10	キク亜	3		
タデ	19	キンポウゲ	4		
タンポポ亜	1	コナラ亜	86		
ツボラン亜	4	シュウカイドウ	11		
ニレ	21	ジンチョウゲ	8		
マメ亜	6	スギ	1		
ミソハギ	11	センダン	8		
ミツガシワ	4	タデ	3		
リンドウ	13	タンポポ亜	7		
ユリ	91	ニシキギ	13		
アケビ	7	ニレ	128		
イチイ	3	ヒルガオ	1		
イチョウ	4	ブドウ	29		
カバノキ	17	フトモモ	17		
コナラ	4	フナ	5		
サクラソウ	4	マツ	1876		
スギ	15	マメ亜	3		
ブドウ	11	ミソハギ	6		
マツ	503	ミツガシワ	1		
キク	18	ムクロジ	1		
クルミ	1	モクセイ	3		
コナラ亜	6	ユリ	1007		
シュウカイドウ	2				
スギ	4				
タデ	1				
ヒシ	1				
ヒルガオ	1				
フナ	1				
マツ	467				
マメ亜	1				
モクセイ	1				
ユリ	23				
47~50 こげ茶粘土層(C)	アヤメ科	6	70~80 こげ茶粘土層(E)	アヤメ	11
	アリノトウグサ科	21		アリノトウグサ	17
	イチョウ	3		イネ	42
	イネ	62		カキノキ	22
	カキノキ	8		カバノキ	1
	カバノキ	8		キク	82
	キク	81		キク亜	33
	キク亜	42		シュウカイドウ	6
	クルミ	1		ジンチョウゲ	2
	コナラ亜	7		スギ	1
シソ	21	ヒノキ	67		
シュウカイドウ	46	ヒルガオ	7		
ジンチョウゲ	7	マツ	327		
スギ	34	ミツガシワ	1		
タデ	3	ムクロジ	12		
ナス	1	ヤマモモ	1		
ニレ	1	ユリ	294		
ヒノキ	29	アカザ	1		
フナ	1	アブラナ	5		
マツ	1629	アヤメ	16		
ムクロジ	2	アリノトウグサ	122		
ユリ	177	イチョウ	8		
アリノトウグサ	24	イネ	13		
イネ	7	カバノキ	104		
キク	61	キク	708		
キク亜	10	キク亜	3		
タデ	19	キンポウゲ	4		
タンポポ亜	1	コナラ亜	86		
ツボラン亜	4	シュウカイドウ	11		
ニレ	21	ジンチョウゲ	8		
マメ亜	6	スギ	1		
ミソハギ	11	センダン	8		
ミツガシワ	4	タデ	3		
リンドウ	13	タンポポ亜	7		
ユリ	91	ニシキギ	13		
アケビ	7	ニレ	128		
イチイ	3	ヒルガオ	1		
イチョウ	4	ブドウ	29		
カバノキ	17	フトモモ	17		
コナラ	4	フナ	5		
サクラソウ	4	マツ	1876		
スギ	15	マメ亜	3		
ブドウ	11	ミソハギ	6		
マツ	503	ミツガシワ	1		
キク	18	ムクロジ	1		
クルミ	1	モクセイ	3		
コナラ亜	6	ユリ	1007		
シュウカイドウ	2				
スギ	4				
タデ	1				
ヒシ	1				
ヒルガオ	1				
フナ	1				
マツ	467				
マメ亜	1				
モクセイ	1				
ユリ	23				
50~54 こげ茶粘土層(C)	アヤメ科	6	80~88 黒粘土層(F)	アヤメ	11
	アリノトウグサ科	21		アリノトウグサ	17
	イチョウ	3		イネ	42
	イネ	62		カキノキ	22
	カキノキ	8		カバノキ	1
	カバノキ	8		キク	82
	キク	81		キク亜	33
	キク亜	42		シュウカイドウ	6
	クルミ	1		ジンチョウゲ	2
	コナラ亜	7		スギ	1
シソ	21	ヒノキ	67		
シュウカイドウ	46	ヒルガオ	7		
ジンチョウゲ	7	マツ	327		
スギ	34	ミツガシワ	1		
タデ	3	ムクロジ	12		
ナス	1	ヤマモモ	1		
ニレ	1	ユリ	294		
ヒノキ	29	アカザ	1		
フナ	1	アブラナ	5		
マツ	1629	アヤメ	16		
ムクロジ	2	アリノトウグサ	122		
ユリ	177	イチョウ	8		
アリノトウグサ	24	イネ	13		
イネ	7	カバノキ	104		
キク	61	キク	708		
キク亜	10	キク亜	3		
タデ	19	キンポウゲ	4		
タンポポ亜	1	コナラ亜	86		
ツボラン亜	4	シュウカイドウ	11		
ニレ	21	ジンチョウゲ	8		
マメ亜	6	スギ	1		
ミソハギ	11	センダン	8		
ミツガシワ	4	タデ	3		
リンドウ	13	タンポポ亜	7		
ユリ	91	ニシキギ	13		
アケビ	7	ニレ	128		
イチイ	3	ヒルガオ	1		
イチョウ	4	ブドウ	29		
カバノキ	17	フトモモ	17		
コナラ	4	フナ	5		
サクラソウ	4	マツ	1876		
スギ	15	マメ亜	3		
ブドウ	11	ミソハギ	6		
マツ	503	ミツガシワ	1		
キク	18	ムクロジ	1		
クルミ	1	モクセイ	3		
コナラ亜	6	ユリ	1007		
シュウカイドウ	2				
スギ	4				
タデ	1				
ヒシ	1				
ヒルガオ	1				
フナ	1				
マツ	467				
マメ亜	1				
モクセイ	1				
ユリ	23				

Table1-3

A-3 地点における深さ別の化石花粉の科及びその数量

・Table1-1 より A-1 地点では、木本花粉 6 科、草本花粉 6 科の計 12 科、合計 1398 個の化石花粉を確認した。

・Table1-2 より A-2 地点では、木本花粉 12 科、草本花粉 11 科の計 23 科、合計 4431 個の化石花粉を確認した。

・Table1-3 より A-3 地点では、木本花粉 27 科、草本花粉 35 科合計 10471 個の化石花粉を確認した。

5. Discussion

モダンアナログ法を用いて過去の気候を復元することができるソフトウェア

(Polygon1.5) [37]を使用した。モダンアナログ法とは、花粉分析から過去の気候(気温・降水量)を復元する方法の一つ。現在の植生と気候との対応関係を基に、地層中に含まれる過去の花粉の種類とその構成比を統計的に処理し、過去の気候を定量的に明らかにする手法である。

5.1 各層における木本花粉の割合とモダンアナログ法を用いた気候変動に関する考察

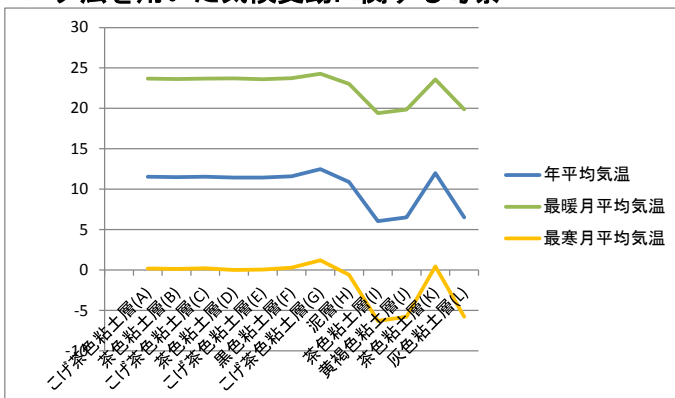


Fig. 6 モダンアナログ法平均気温グラフ(マツあり) {左から順に地層の堆積年代が新しい}

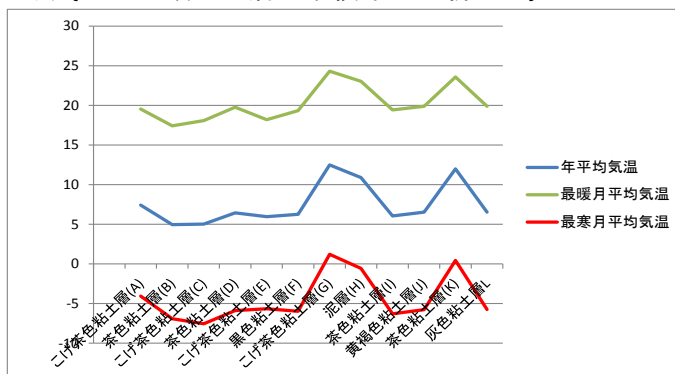


Fig. 7 モダンアナログ法平均気温グラフ(マツなし) {左から順に地層の堆積年代が新しい}

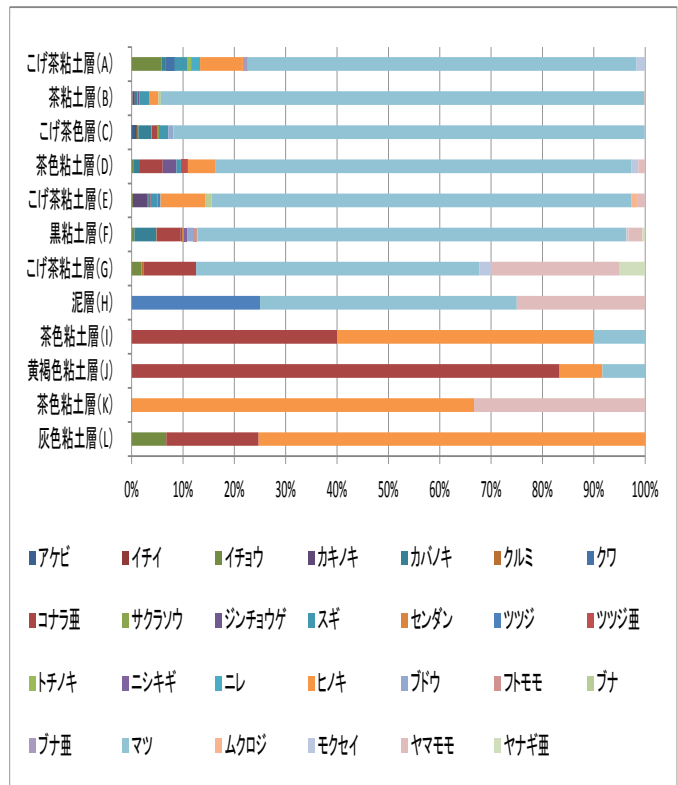


Fig. 8 層ごとの木本花粉の割合(アルファベット順に深さが浅い)

私たちは木本花粉の割合とモダンアナログ法の結果からこの地域の植生変遷とそれに関わる気候変動について2つの説を考えた。

① 気温低下と人的影響の複合説

(a) Fig. 6 より (G) 層から (A) 層の地層にかけて最寒月平均気温が低いことが分かる。また Fig. 8 より (G) ~ (A) 層の間で寒冷地にも生育可能なブナ科やカバノキ科の木本花粉を確認していることから、温度低下によってこの時ブナ科とカバノキ科の植物が生育し始めたと考えられる。[43]

(b) (E) 層、(F) 層よりミツガシワ科の花粉を確認することが出来た。そのことから、気温の低下により寒冷地にしか生育しないミツガシワがこの地層の堆積した頃から自生するようになったと考えられる。

(c) Table1-3 と Fig. 8 より (F) 層のころからマツ科の花粉が急激に増加していることが分かる。マツは油分が多く含まれやせた土地でも生育することが可能な植物である。そのため燃料として使用する目的で人為的に植えられてマツ科の花粉が増加していると考えられる。また E 層でツツジ科の花粉が見られた。ツツジ科も自然植生の破壊指

標になっており、マツ科及びツツジ科が多く出現し始めた時代から調査地周辺で人間活動が活発になり、里山が形成されたと考えられる。[43, 46]

②火山噴火を原因とする植生および気候の変動の複合説

(a) この地域では江戸時代後期からヒノキ・スギの植林が行われていたことがわかっている。現在、スギの植林が盛んであることから、林業の主体がヒノキからスギに移行したと考えた。このことから、植林を始めて間もないと考えられるヒノキの割合の高い L 層が江戸時代後期（約 1800 年）にあたる考えた。L 層（約 1800 年）から調査済みの最新層 A 層（約 2000 年）にかけて年数と地層の深さを逆算して、1 cm 堆積するのに約 2 年の歳月を要すると考えた。以下はこれを前提とする。

(b) H 層における泥状の層は他の層と比べ明らかにその土壌性質が異なる。このことから私たちは H 層の時代に何か特別な出来事が起きたと考えた。そこで、泥状の層は火山活動に由来するものではないかと考えた。

(c) 泥状の H 層は地表から約 90 cm の深さであるため約 1820 年。この時期、この地域に影響があると考えられる火山噴火は 1792 年に起こった長崎県雲仙普賢岳の大噴火。調べてみると、日本の様々な火山噴火と比較しても、この火山噴火は規模の大きな火山噴火であるとわかった。このことから、調査地に火山灰等の火山噴出物が降り積もった可能性があると考えた。

(d) 火山灰は植生に大きな影響を及ぼす。土壌の酸性化、日照量の低下、酸性雨、葉に火山灰が付着し、降雨によって灰が落ちにくくなることで起こる光合成不振などである。事実、予想火山噴火年代（H 層）の前後では花粉分析結果にも様々な変化が見られる。Fig. 8 より著しくマツの花粉が増加している。これは火山噴火以前まで生育していた植物が火山噴火による上記のような様々な影響で衰退し、陽樹に厳しい環境でも生育が可能なマツが大量に増加したと考えた。また、文献調査によって火山灰による影響でマツが増加する結果を示している研究論文[50]を発見した。

(e) 現地調査より、この地域の現在の植生では大量にマツが見られるということはなかった。そうしてみると調査済みの最新層（A 層）と現在の植生は相違点が多いように見える。このことについては以下のように考えた。植生遷移の過程で陽樹から陰樹に推移するには約 200 年の歳月がかかる。湿性遷移の仕組みから考えると、今回私たちが調査した最新の A-3 よりも中央側にある層はより新しい層であると考えられるため、この未調査の層に現存植生の花粉が存在すると考えた。深さと年月のスケールを大まかに見ていることは、このことと基準とした江戸時代後期を約 1800 年という大まかな年代に設定していることによる。今後の研究で土壌の年代測定を行い、より詳細な年代を明らかにしていきたい。

(e) 文献調査によって火山灰（テフラ*1）が降った後、ツツジが増える傾向があることがわかった。Fig. 8 より H 層とその後の E 層ではそれまで見られなかったツツジ科の花粉が見られた。

(f) 予想火山噴火年代（H 層）以降には、コナラ、カバノキ、マツ、スギ、ヤマモモ（ヤチヤナギ*2）などの冷温帯-亜寒帯落葉広葉樹などが見られる。このことから、この時代は冷涼な気候であったことがわかる。これは、火山噴火によって日光が遮られ、気温が低下したためであると考えた。さらに H 層より後の E 層・F 層で北方系のミツガシワの花粉が見つかり、冷涼な気候であったとした前年度までの研究結果の裏付けにもなると考えた。

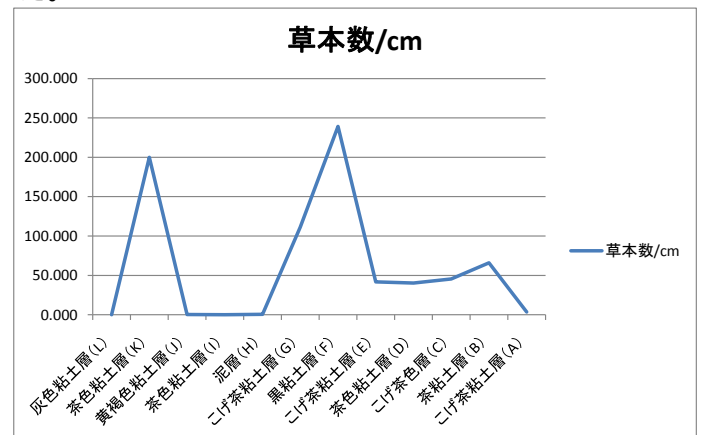


Fig. 9 草本花粉の推移

(g) H 層のとき火山の影響で植生が完全ではない

までもリセットし、陽樹であるマツなどが生えてきたとするならば、植生遷移上、リセットした後に草本植物が増加する時代が到来するはずである。そこで、層ごとに草本植物の総数の推移を表したグラフ Fig. 9 を見てみると（層によって有する範囲の長さが異なるため、層ごとに、1cm に含まれる平均個数をグラフとして作成した）、火山噴火年代（H 層）後の G 層から F 層にかけて草本花粉が大きく増加していることがわかる。また、その後はその数を落ち着かせている。このことから、H 層での火山噴火説はより濃厚なものになったといえる。しかし、気になるのが K 層でも草本花粉が著しく増加している点である。その前後は少なく、K 層のみ突出している。このことについては今後の研究テーマの一つであるが、以下に一つの考察を述べる。

(h) K 層で大量に見られた花粉はアヤメ科である。前年度までの研究ではアヤメ科（カキツバタ・ハナショウブ*3）の植物は湿原特有のものであるとしている。ではなぜこの時代だけ爆発的に湿原特有のアヤメ科の花粉が見られたのか。当時の出来事を調べてみると、1744 年と 1748 年、4 年間という短い期間に愛媛県で二度にわたる豪雨が記録されている。この豪雨が調査地にも影響していたとするならば、湿地が潤い、そのような湿原を好むアヤメ科の植物が増加したと考えられる。火山噴火の約 50 年前の層ということで、年代・深さともに一致する。

最後に、H 層が火山由来の層であるかどうかの決定的な証拠をつかむために、今後は H 層の C/N 比を調査したい。

- *1 テフラは火山灰より意味が広く、粒子の細かい火山放出物（灰）から粗いもの（軽石など）まで含んでいる。
- *2 ヤマモモ科に属するヤマモモ属とヤチヤナギ属は花粉の構造は専門家でもその判別が困難なほど酷似しているが、それぞれ生息する気候は異なる。温暖な地域に生息するヤマモモ属に対して、ヤチヤナギ属は冷涼な気候に属する。ここでは他にも冷涼な気候を好む植

物が多くみられたことからヤチヤナギ属であるととした。

*3 アヤメ科アヤメ属アヤメは乾地に自生し、アヤメ科アヤメ属カキツバタもしくはハナショウブは湿地に自生する。厳密なアヤメ以外のカキツバタやハナショウブもアヤメと呼称することが一般的。光学顕微鏡では種別まで同定することが困難である。調査地が湿地であることからここではカキツバタ・ハナショウブとした。

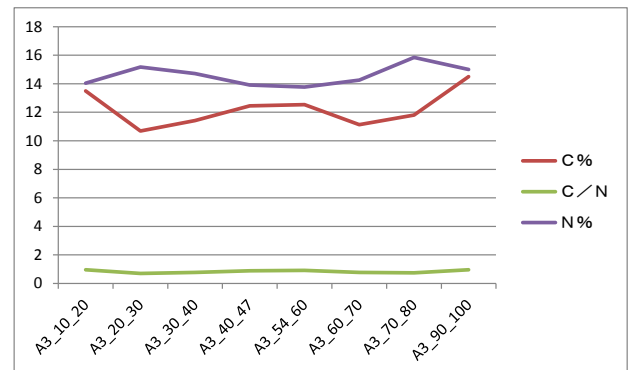


Fig. 10 堆積物中に含まれる C、N 及び C/N 比の推移

5.2 土壌の成分から考えた気候変動

文献[41]より堆積物中の全有機炭素含有率が気候変動の指標として有効であり、花粉分析が示す気候変動に対応しているということがわかった。そこで私たちは年代測定のために残っていた A-3 の試料の炭素含有率を調べてもらい、その変動をグラフにしたがあまり大きな変動が見られず、モダンアナログのグラフも気温が変動していないため気候に大きな変動はなかったと考える。

6. Future works

- ・調査地内での、採取ポイントとサンプル数を増やす。
- ・土壌中にある火山灰を探す。
- ・モダンアナログ法を確立させる。
- ・地層の年代測定を行い、堆積した土壌と植生変遷を照らし合わせる。

7. Acknowledgements

野平のミツガシワ自生地を調査するにあたり、ご協力いただきました玖珠町教育委員会の皆様、研究をするにあたりご指導ご協力いただきました NPO 初島林園の神川建彦さん、京都大学の竹村

恵二教授、北九州市立大学原口昭教授、辻寛文先生、安松大先生、都甲洋平先生、手島隆文先生、吉良美穂先生、川部隆史先生、川村和夫先生並びに関係各所の皆様に心よりお礼申し上げます。

8. References

- [1]三好教夫 (1985). 生物の科学 遺伝 39 巻 1 月号～12 月号 裳華房
- [2]三好教夫, 藤木利之, 木村裕子 (2011). 日本産花粉図鑑 北海道大学出版会
- [3]塚田松雄 (1974). 花粉は語る～人間と植生の歴史～ 岩波書店
- [4]林弥栄 (2011). 増補改訂新版 日本の樹木 山と溪谷社
- [5]林弥栄 (2011). 増補改訂新版 日本の野草 山と溪谷社
- [6]清水矩宏, 広田伸七, 森田弘彦 (2011). 日本帰化植物写真図鑑—Plant invader600 種[1 部改訂] 全国農村教育協会
- [7]植村修二, 清水矩宏, 水田光雄, 勝山輝男 (2010). 日本帰化植物写真図鑑<第 2 巻> 全国農村教育協会
- [8]岡山理科大学 生物地球学部 生物地球学科 植物生態研究室(波田研)ホームページ.
<http://had0.big.ous.ac.jp/>
- [9]浜島書店編集部 (2011). ニューステージ新訂 生物図表 株式会社浜島書店
- [10]牧野晩 (1991). 成自然観察と生態シリーズ 4 山の植物 小学館
- [11]岩瀬徹, 川名興 (1996). 野外観察ハンドブック 校庭の樹木 全国農村教育協会
- [12]上赤博文 (2004). 校庭の雑草図鑑 南方新社
- [13]廣田伸七 (2000). ミニ雑草図鑑 雑草の見分け方[改訂] 全国農村教育協会
- [14]牧野晩成 (1991). 自然観察と生態シリーズ 3 野の植物 小学館
- [15]阿武恒夫 (1991). 自然観察シリーズ 24 実用編 庭の樹木 小学館
- [16]牧野富太郎 (1986). 原色牧野植物大圖鑑 北隆館
- [17]牧野富太郎 (1997). 原色牧野植物大圖鑑続編 北隆館
- [18]建築計画研究 都市梱包工房.
<http://www.toshikon.co.jp/>
- [19]片岡裕子 (2006). 鯉が窪湿原 (岡山県) 堆積物の花粉分析学的研究
Naturalistae, 10, 47-54
- [20]大分県ホームページ.
<http://www.pref.oita.jp/>
- [21]北川陽一郎, 吉川周作, 瀬越君代, 山崎秀夫 (2009). 大阪城内堀堆積物の花粉分析から見た江戸時代末期以降における植生変遷と花粉飛散状隊 日本花粉学会会誌, 55, 15-24
- [22]三宅尚 (2001). 森林土壌の花分析による植生動態の解析 広島大学総合科学部紀要IV 理系編, 27, 162-163
- [23]粉川昭平, 吉田純一 (1964). 奈良盆地の含ミツガシワ草炭層の絶対年代～日本の第四紀層の¹⁴C年代×Ⅱ～ 地球科学, 73, 41-42
- [24]守田益宗 (2001). 北海道東部, ユルリ島における晩氷期以降の植生変遷 植生史研究, 10, 81-89
- [25]小椋純一 (2002). 深泥池の花分析試料に含まれる微粒炭に関する研究 京都精華大学紀要, 22, 268-288
- [26]吉川秀樹, 七山太, 古川竜太 (2008). 新しい大口径検土杖の試作と北海道東部沿岸湿原～湖沼地域における採取実験 地質ニュース, 645, 10-19
- [27]矢野悟道, 竹中則 (1980). 夫兵庫県下における湿原植生の研究Ⅲ ミツガシワ群落について論集, 26, 309-328
- [28]山内幹夫 (2008). あぶくまの古植生を探る～遺跡発掘調査成果から探る阿武隈山系の植生史～ 福島考古, 45, 63-82
- [29]株式会社環境アセスメントセンター 環境アセスメントセンター植物調査.
<http://www.eac-net.co.jp/shizuoka/04-2.dous.yokubutu/04-2-1syokubutu.htm>

- [30]大橋えり, 大岡龍三和 (2001). スギ花粉による室内空気汚染～その1:スギ花粉の室内再飛散および実測粒径と空気力学径について～ 福井大学工学部研究報告, 49, 1, 81-84
- [31]荒金正憲, 辻寛文 (2011). APG分類系による大分県高等植物目録 荒金正憲, 辻寛文
- [32]旅行のとも、ZenTech.
<http://www2m.biglobe.ne.jp/~ZenTech/>
- [33]化石花粉と植物化石の研究室. <http://homepage3.nifty.com/pollen/index.htm>
- [34]林野庁 (2009). 平成 21 年版 森林・林業白書(社)日本林業協会
- [35]財団法人林野弘済会(1982). 森林土壌の調べ方とその性質 農林水産省
林業試験場土壌部監修森林土壌研究会編
- [36]吉田明弘 (2008). 岩手県春子谷地湿原における花粉組成による晩氷期の定量的な古気候復元
- [37]中川毅 (2008). Polygon1.5 ユーザーマニュアル(モダンアナログ法を用いて過去の気候を定量的に復元するために開発されたユーザーフレンドリーなソフトウェア)
- [38]松坂泰明, 栗原淳(1994). 土壌・植物栄養・環境事典 博友社
- [39]一般財団法人 高度情報科学技術研究機構
<http://www.rist.or.jp/atomica/data/pict/13/13040111/04.gif>
- [40]五島直樹 福岡大学理学集報含水比、乾燥密度、全炭素および全窒素含有量、鉱物組成および色調から見た由布火山北麓に分布する腐植質土壌層の集積過程
http://www.adm.fukuoka-u.ac.jp/fu844/home2/Ronso/Rigaku/S35-2/S3502_0033.pdf
- [41]公文富士夫 編集・発行：日本地質学会/地質学雑誌編集委員会 中部山岳地域の湖沼堆積物の有機炭素含有率を指標とした過去16万年間の気候変動復元
https://www.jstage.jst.go.jp/article/geosoc/115/7/115_7_344/_pdf
- [42] 公文富士夫 第四紀研究
古気候指標としての湖沼堆積物中の全有機炭素・全窒素含有率の有効性
<http://ci.nii.ac.jp/naid/130001563413>
- [43] 高原光京 京都府立大学農学部
都府における最終氷期以降の植生史
<http://www.pref.kyoto.jp/kankyo/rdb/eco/rs/rs01.html>
- [44] 林野庁「RINYA No. 82」／社団法人全国林業改良普及協会「森林インストラクター入門」
森林・林業学習館 植生遷移
http://www.shinrin-ringyou.com/shinrin_seitai/seni.php
- [45] アカマツ - Wikipedia
<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%82%A2%E3%82%AB%E3%83%9E%E3%83%84>
- [46] 里山 - Wikipedia
<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E9%87%8C%E5%B1%B1>
- [47] 沢田陽巳・近藤玲介・佐藤雅彦・五十嵐八枝子 利尻研究 花粉組成からみた北海道北部利尻山腹のギボシ沼湿原における 3500 年間の植生変遷史
<http://riishiri.sakura.ne.jp/Sites/RS/archive/342015/3413.pdf>
- [48] 豊原 源太郎 東広島キャンパスの植生
<http://home.hiroshima-u.ac.jp/miyajima/pdf/veg.pdf>
- [49] 豊原源太郎 「生涯学習公開講座」(1998年10月5日)配布資料よ 里山の変遷
http://home.hiroshima-u.ac.jp/miyajima/Sato_yama.html
- [50] 栗原美貴 東京都世田谷区の最終氷河 AT 火山灰降下後の古植生