

三瓶小豆原埋没林に刻まれた火砕流の記録

沢田 順弘*・中村 唯史**・樫根知夏子*・三瓶 良和*・佐藤 仁志**

Estimation of emplacement temperatures of past pyroclastic flows using *in situ* carbonized wood: an example from the Sanbe–Azukibara buried forest, Shimane Prefecture

Yoshihiro Sawada*, Tadashi Nakamura**, Chikako Kashine*, Yoshikazu Sampei* and Hitoshi Sato**

Abstract

Large standing trees which were buried *in situ* by Holocene volcanoclastic and debris flow deposits are exposed in the river floor at Azukibara, Shimane Prefecture. Some parts of the buried trees are black. Carbonization temperatures of surface samples from the trees and of wood fragments from within the pyroclastic flow deposits were estimated using recently developed H/C thermometry. One tree about 10 m in height shows differing color and carbonization temperatures, in ascending order: (1) Lowest part: ocher coloration (not heated or carbonized). (2) Lower part, buried in pyroclastic flow deposits: black, estimated temperature of 319–322°C. Carbonized wood from the pyroclastic flow deposits at this level is also black, and yields an emplacement temperature of 372°C. (3) Middle part: brown, 262–275°C, below the lower limit for the thermometer. (4) Upper middle part: dark brown, 334°C. Reworked carbonized wood in enclosing sandstone beds is black, and gives temperatures of 343–356°C. (5) uppermost part (top): brown, 285–305°C. Parts 2 and 4 record shows that at least two pyroclastic flow events took place. Most of the pyroclastic deposits along the river have been eroded by later stream action or debris flows. Carbonization temperatures of wood buried *in situ* provide a useful method for estimation of emplacement temperatures of past pyroclastic flows.

Key words: volcanic hazard, pyroclastic flow, carbonized wood H/C thermometry, pyroclastic flow emplacement temperatures

はじめに

三瓶山北方の大田市三瓶町多根小豆原で発見された埋没林の一部は樹皮と幹の縁が黒色化しており、それが火砕流による炭化なのか、水中に置かれた為に黒色化したのかについて議論がある。Sawada et al. (2000) は火砕流堆積物中にしばしば含まれる炭化木片から火砕流堆積物の定置温度を見積もる目的で、温度既知の電気炉中で日本産杉、松、桐およびインドネシア産ラミン材の幹を炭化させ、それらの H/C 比と炭化温度の関係を調べた。その結果、材木の種類にかかわらず明瞭な相関があることが明らかとなり、反応速度論的検討を加え、温度計を提案した。ここでは木片の H/C 比を用いて、埋没林およびその周囲の転木と、砂層や火砕流堆積物中から採取した木片について、その木片の温度の見積もりを行い、火砕流の影響について検討する。

雲仙普賢岳の水無川を見るまでもなく、河川を流れ下った火砕流堆積物のほとんどは、その後発生した土石流によっ

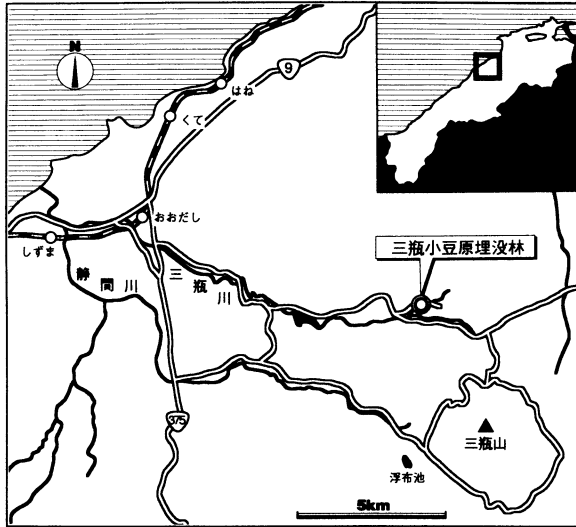
て削剥され、それらはかろうじて河川の縁に留まっているにすぎない。ここで扱った小豆原埋没林は谷に沿って存在しており、明瞭な火砕流堆積物は小規模には残っているものの、初生的な火砕流堆積物の多くは削剥されている可能性がある。ここでは、立ち木中の生木部と黒色部に着目し、黒色部の温度を見積もることにより、樹木中に刻印された被熱部から、現在は残されていない火砕流を推定することも試みる。

埋没林周辺の地質と埋没林の¹⁴C年代

三瓶小豆原埋没林は、大田市を流れる静間川の支流にあたる小豆原川の河床にある(第1, 2図)。小豆原川の流域には花崗岩類が分布している。小豆原川はその南側を流れる伊佐利川と埋没林の約1 km 下流で合流している。伊佐利川は三瓶山の山麓斜面から流れ出る河川で、その谷沿いには三瓶火山に由来するデイサイト質の火砕物が厚く分布している。伊佐利川沿いに分布する堆積物は、大きくみると下部が火砕物に由来する岩屑なだれ堆積物、上部が火砕流および泥流(土石流)堆積物である。火砕物の一部は伊佐利川と小豆原川の谷を隔てる尾根の鞍部を乗り越えて、あるいは合流点付近から逆流する形で小豆原川の河床にもたらされている。

埋没林を埋積する堆積物は上位から近世以降の河川堆積層、火砕物の二次堆積層、火砕流堆積層、火山泥流堆積層の

* 島根大学総合理工学部地球資源環境学科
〒690-8504 松江市西川津町 1060
Department of Geoscience, Shimane University, Matsue 690-8504, Japan
** 島根県景観自然課
〒690-0887 松江市殿町 1
Shimane Prefectural Government, 1 Tonomachi, Matsue 690-0887, Japan



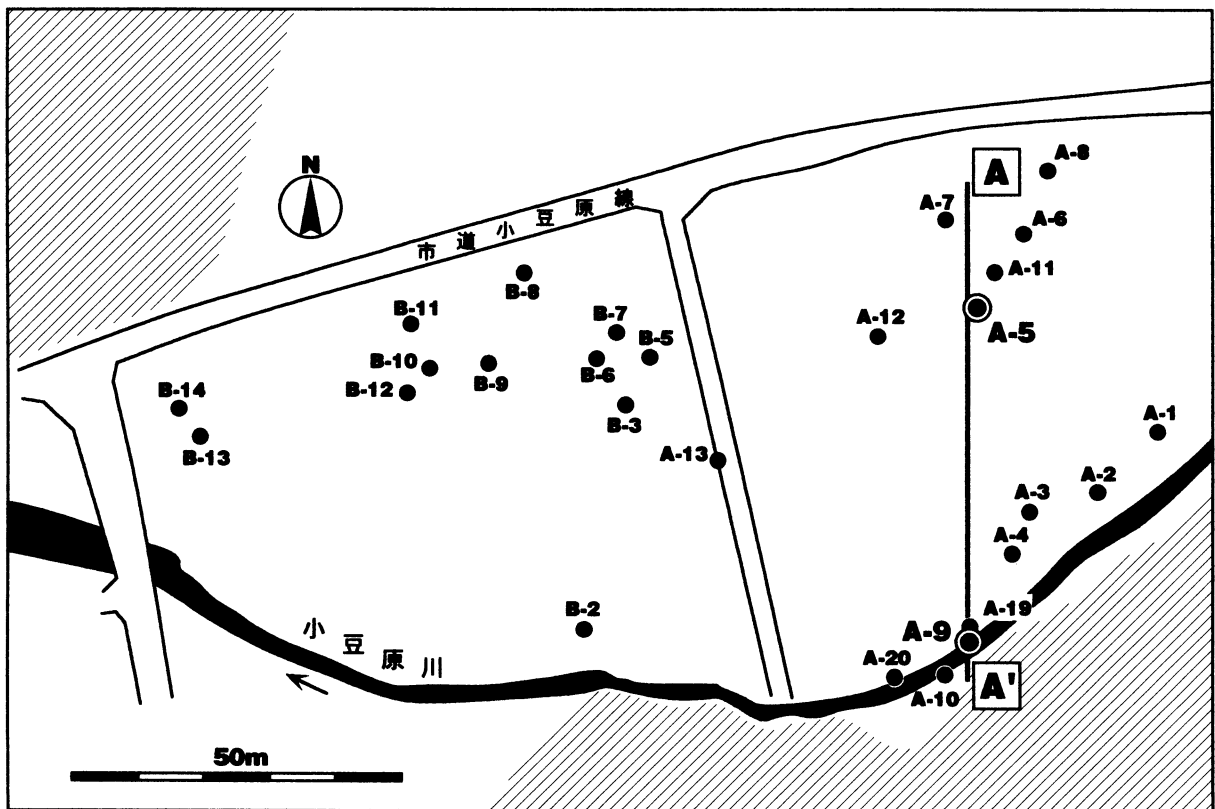
第1図 三瓶山小豆原埋没林の位置図。

順に重なっている(第3図)。近世以降の河川堆積層は花崗岩質とデイサイト質の碎屑物が混じりあった礫および砂からなる地層で、大型の斜交層理が発達している。一部に挟まれる泥質の堆積物の花粉分析結果(鳥根県景観自然課, 2000)および中～近世の考古遺物が含まれることから近世以降の河川堆積層と判断でき、下位の地層に対して明瞭な浸食面で境して重なっている。これは埋没林の形成とは直接の関係を持

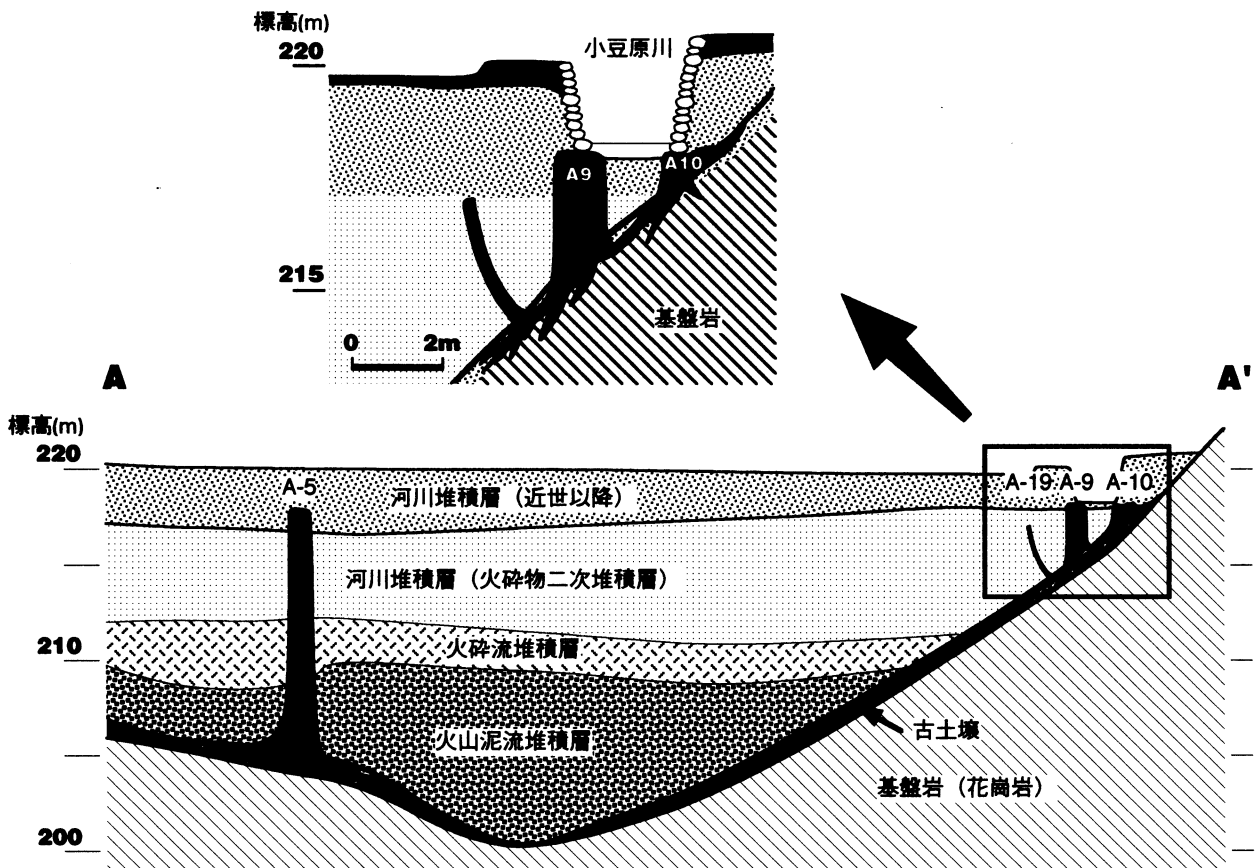
たない堆積物である。火砕物の二次堆積層はデイサイト質の碎屑物からなり、細粒砂を主体としてシルト層および礫層を伴う地層である。全体として層理面は水平に近く連続的に堆積しているが、礫層は下位の層理を浸食したチャンネルを充填する形状を示す。木片を多く含み、その大部分は炭化している。生物による擾乱や土壌化が認められず微細な堆積構造が良く保存されていることから、堆積速度が極めて速い条件下で形成されたと考えられる。火砕流堆積層はデイサイト質の細礫～粗粒砂を主体とする地層で塊状無構造である。セグレーションパイプが認められること、含まれる木片がすべて炭化していることから火砕流堆積層と判断できる。

火山泥流堆積層はデイサイト質の碎屑物からなり、礫は最大粒径1mに達するものも含まれる。また、古土壌や火砕流堆積物などのブロックをしばしば含み、直径1mを超える巨木も多数含んでいる。これらの地層の形成についてはおよそ次のような過程が推定できる。三瓶火山の活動期に伊佐利川の谷を火砕物が流下し、一部が尾根を越えて小豆原川の谷にもたらされた。伊佐利川の谷を埋めた火砕物によって小豆原川は堰き止められ、小規模な堆積盆が形成されて河川性の二次堆積層が急速に堆積した。埋没している立木は腐朽がほとんど進行していないことから、最下部の火山泥流堆積層の堆積から二次堆積層の堆積までは数ヶ月ないし1年程度のごく短期間だったと推定される。

埋没立木およびその周辺の火砕流堆積物中の炭化木片の¹⁴C年代として以下のような結果が報告されている(鳥根



第2図 小豆原埋没林の立ち木の位置図



第3図 立ち木 A-5 と A-9 の地質断面図

県景観自然課, 2000). 埋没立木 A-1 が 3550 ± 50 y.B.P., A-9 が 3750 ± 40 yr.B.P., 火砕流堆積物中の炭化木片が 3316 ± 40 yr.B.P.である. これらの年代は三瓶火山噴火史の最後にあたる第VI期(松井・井上, 1971; 松井・福岡, 1996)に相当し, 太平山火砕流の一部をなすものと考えられる.

炭化木片の H/C 比温度計

1. Sawada et al. (2000) は炭化木片の H/C 比は形成時の温度と保温(冷却)時間に依存することに着目し, 火砕流堆積物中にしばしば含まれる炭化木片の H/C 比から火砕流堆積物の定置温度を見積もる方法を提案した. 温度-冷却速度計は実験的に電気炉で温度と時間を決めて炭化木片を作成することによって求めた. まずその温度計について概説する.

炭化木片の H/C 比の温度と加熱時間に対する依存性を数式化するために, 電気炉中で, 温度を設定し, 実験的に炭化木片を作成した. 使用した材は日本で普遍的に産する松, 杉, 桫とインドネシア産のラミン材である.

実験方法は次の二つのグループに分けられる(第4,5図). グループ1は電気炉中で加熱したデイサイト混じり火山灰中にアルミホイルで包んだ木片試料を投入した後, 炉のドアを閉め, 電源を切り, 炉内が 130℃ 以下になるまで放置冷却した. 放置時間は7-14時間. 温度ステップは約 25℃ ずつ,

238℃ から 714℃ まで初期温度を設定して行った.

グループ2は設定した一定の温度に試料を保ち, 1日, 3日, 5日後に取り出した.

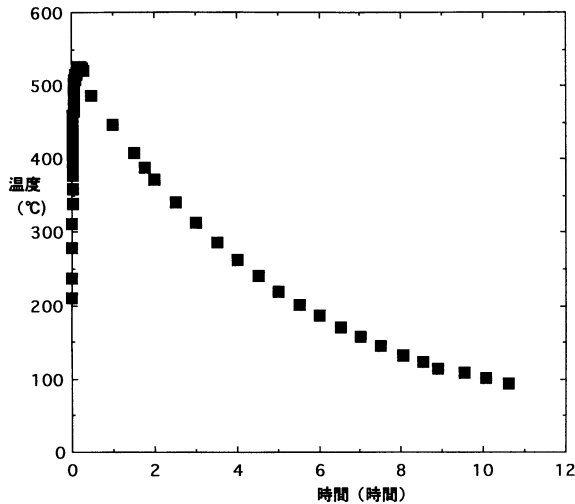
2. 実験結果 実験でつくられた炭化木片の H と C の含有量は, 島根大学地球資源環境学教室設置の FISONs (Carlo Erba) 社製 1108 元素分析器によって分析された. キャリブレーション用スタンダードは FISONs 製 BBOT (2, 5-bis-5-tert-butyl-benzoxazol-2-yl-thiophene) を使用した. 分析誤差は H,C ともに 3% 以内である.

(1) 110℃ で乾燥させた切り枝の H/C 比は, 1.34-1.59 と変化が大きい.

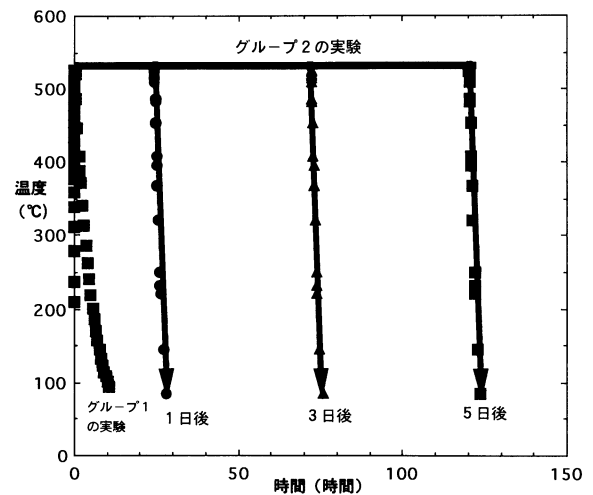
(2) 238℃ 以上では実験試料(松, 杉, 桫, ラミン材)の違いによる H/C 比の差はなく, 温度依存性が明瞭である(第6図).

(3) 温度と H/C 比の相互関係は, 300℃ 以上と以下で異なり, これは化学反応の違いによるものと判断される(第7図).

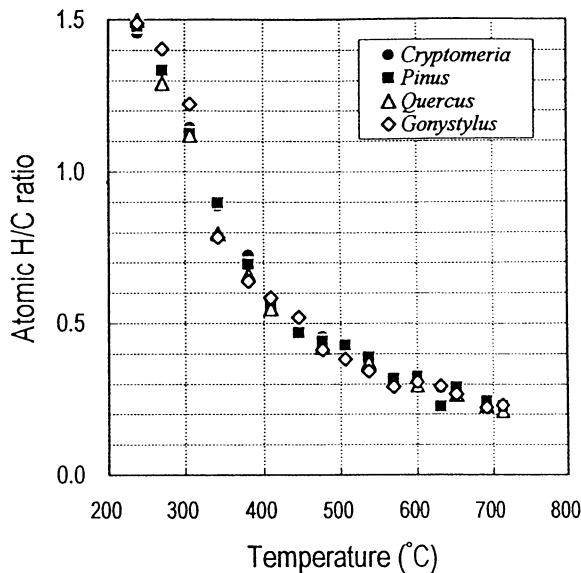
(4) グループ1の 307℃ 以上の実験で得た 52 個の試料の H/C 比は, 温度と良い相関関係を示し, $\log T = 2.05 - 0.530 \times \log (H/C)$ という式を得た. ここで T は温度(℃), H/C は原子比である. 相関係数は 0.978 である(第7図). 熱電対で測った温度と H/C 比温度計で見積もられた温度との差の標準偏差は 21℃ である.



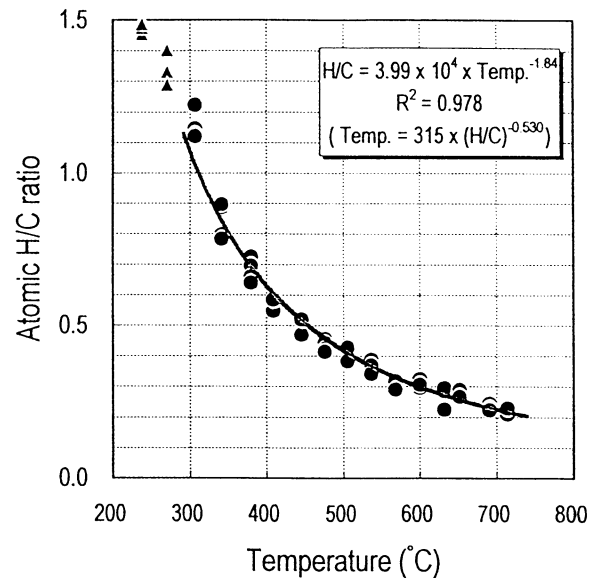
第4図 実験グループ1による加熱-冷却/時間曲線



第5図 実験グループ1と2による加熱-冷却/時間の関係を示す図



第6図 松, 杉, 栲, ラミン材を用いて, 実験的に求めた炭化木片の温度と H/C 原子比の関係. Sawada et al. (2000) から引用. 第7, 8 図も同様.



第7図 グループ1で実験的に求めた炭化木片の温度と H/C 原子比の関係.

(5) グループ2の実験から得られた H/C 比-温度の関係は以下の通りである(第8図).

$$1 \text{ 日間 (Gp-2-1 d)} : \log T (\text{°C}) = 3.49 - 1.84 \times \log (\text{H/C})$$

$$3 \text{ 日間 (Gp-2-3 d)} : \log T (\text{°C}) = 3.19 - 0.56 \times \log (\text{H/C})$$

$$5 \text{ 日間 (Gp-2-5 d)} : \log T (\text{°C}) = 3.64 - 1.56 \times \log (\text{H/C})$$

相関係数はそれぞれ 0.962(24 試料), 0.844(20 試料), 0.901(20 試料).

(6) 反応速度論からの検討 自然界での火砕流堆積物に上記の温度計を適用する場合, 初期温度, 冷却速度と H/C 比の関係が重要である. そこで次のような式を用いてこれらの関係をシュミレーションした.(第8図)

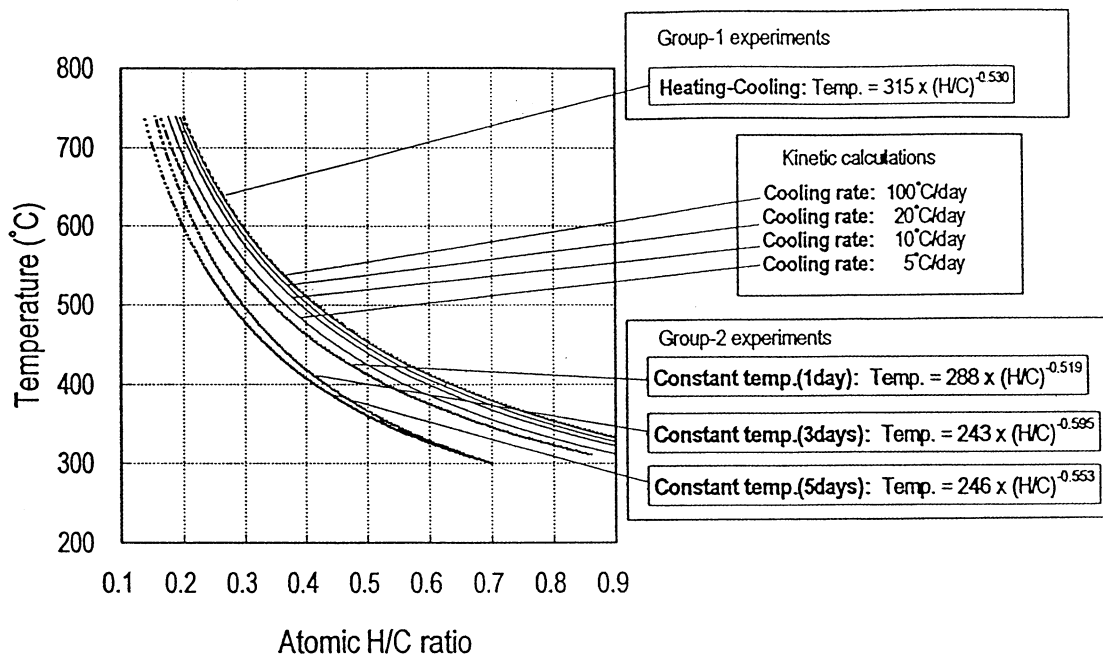
$$(\text{H/C})_t = (\text{H/C})_p f e^{-k t} \quad k = A \exp(-E/RT_1)$$

$$E = 0.0902 T_p + 22.8 \quad T_1 = T_p - at$$

(H/C) t : 時間 t における H/C 原子比; (H/C) p : 初期値(グループ1実験から)

k : 反応速度定数; R : 気体定数 (1.987 cal/deg); A : 前指数項 (1/sec) 10^{13} (Sweeney and Burnham, 1990); E : 活性化エネルギー (kcal/mol); T_1 : t における温度 (K); T_p : 初期(ピーク)温度 (°C); a : 冷却速度 (°C/日) 100°C, 20°C, 10°C, 5°C/日; t : 冷却時間(日数)

このシュミレーションの結果, 同じ H/C 比からの見積もり温度は, 5°C/日というもっとも遅い冷却速度の場合でも,



第8図 グループ1, 2の実験結果と冷却速度を変えた時の温度-H/C比シュミレーション結果.

グループ1実験から得られた式からの見積もり温度よりも40°C程度の違いがあるに過ぎない. すなわち, H/C比変化は冷却(保温)時間依存性よりも温度に大きく依存していることが明らかとなった.

試料の採取

採取された木片試料は以下の通りである.

1. 小豆原の埋没立木

ここで扱った埋没立木はA-5とA-9である(第2, 15図). 鳥根県景観自然課(2000)によればA-5とA-9の頂部の高さはほぼ同じであるが, 基底部の高さが異なり, A-5は幹長11mに達し, A-9は約3mである(第3, 15図). A-5から採取したSB 9901 A 1~3は埋没木の頂部から採取したものである. この埋没木は基底付近まで掘り出されたが, 最下部の砂岩層に覆われる部分はまったくの生木であり, 熱の影響は明らかに受けていない(第11図SB 002 C). 火砕流堆積物と接する樹幹の部分は黒色化している(第9, 11図).

測定した材はすべて表面付近のものであり, また材の部位や周囲の地層との関係は以下の通りである.

A-5 頂部: SB 9901 A-1~A-3 (第10図)

A-5 下部: 最下部から上部へSB 002 C, SB 002 D, SB 002 A, SB 002 E, SB 002 F, SB 002 G (第9, 10図)

A-9 頂部: SB 9901 B-1~B-3 (第12 A図)

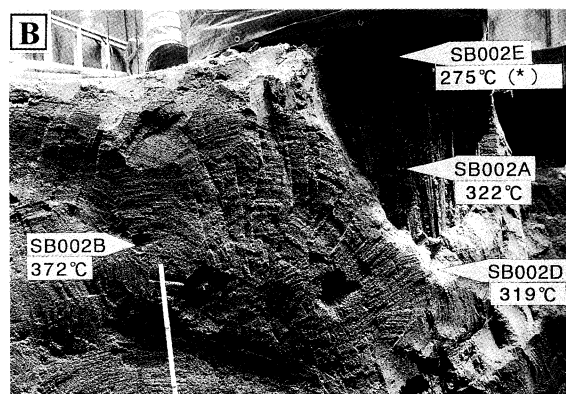
A-9 基部: SB 99111902 A~E (第12 B, C図)

2. 埋没立木A-5下部の火砕流堆積物中の炭化木片

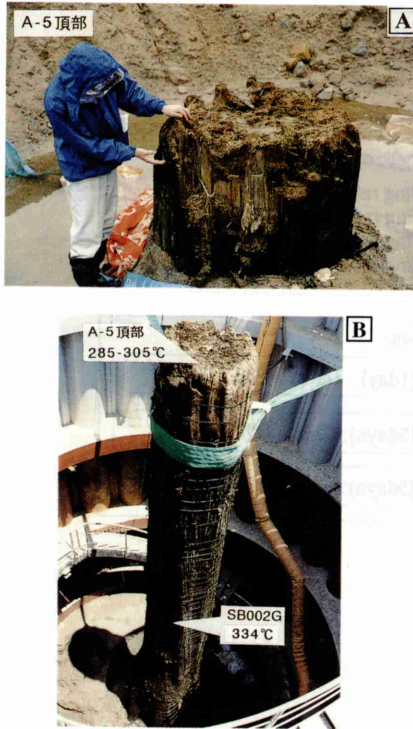
SB 002 B (第9 B, 11図)

3. 小豆原の転木 SB 9911904 A~C (第13 B図)

直径約63cmの転木. この転木は中心部が裂けたような産状を示し, その断面は焦げている. AとCは材の中心部, B



第9図 立ち木A-5の基部の産状と材のH/C原子比温度計を用いた見積もり温度. 温度の(*)は温度計の算出限界以下を示す. SB 002 Bは火砕流堆積物(アッシュフロー).



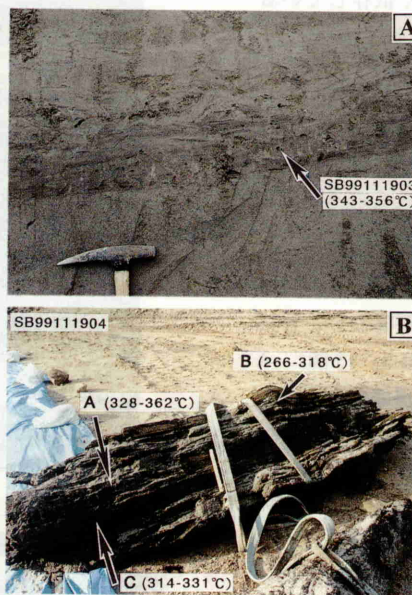
第10図 立ち木A-5の頂部、中間部の産状と材のH/C原子比温度計を用いた見積もり温度。



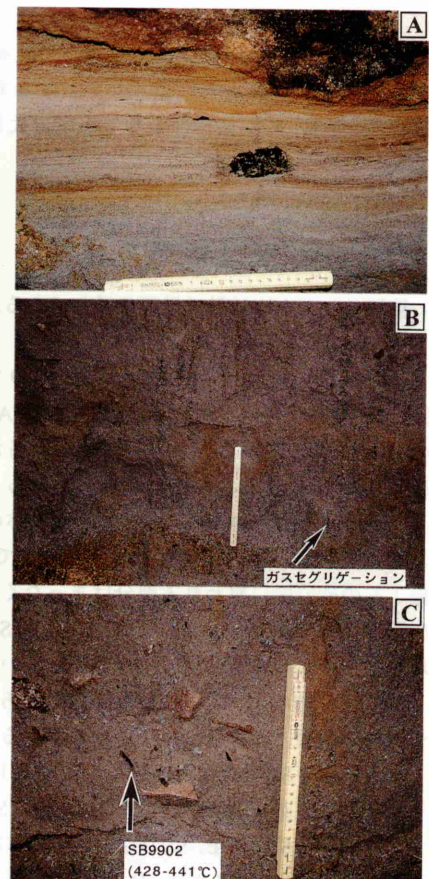
第11図 H/C原子比分析に用いた木片の産状と色。



第12図 立ち木A-9の基部(B, C)と頂部(A)の産状と材のH/C原子比温度計を用いた見積もり温度。



第13図 立ち木A-5, A-9周辺に産する砂層とそこに含まれる炭化木片と見積もり温度(A)。一部炭化した転木(B)。



第14図 立ち木上流の火砕流堆積物(B, C)とその上位の砂層(A)。Cの火砕流堆積物中の岩片は花崗岩の異質岩片。この火砕流堆積物中には炭化木片が多数含まれる。Bの火砕流堆積物中にはガスセグレーションが認められる。Aの砂層中にも再堆積した炭化木片が含まれている。

は縁辺部である。

4. 小豆原の立ち木を含む砂礫層の上位の砂層中の炭化木片(第13A図) SB 9911903-1, 2

5. 小豆原の埋没林(立ち木)の約500m上流にある火砕流堆積物中の炭化木片(第14図)。SB 9902-1~5。炭化木片(SB 9902)を含む上流側の火砕流堆積物は厚さが80cm以上で、火山灰と火山礫からなり、本質または類質のデイサイト岩片(亜角~亜円礫)と基盤由来の花崗岩質岩片(亜角礫)を含む。ガスセグレーションパイプが認められる(第14B図)。この火砕流堆積物の上位には厚さ15cm程度の平行ラミナの発達した砂層が見られ、この中にも再堆積した炭化木片が含まれる(第14A図)。

木片試料のH/C比測定とその結果及び温度見積もり

木片試料は雨水や腐食によって比較的高いH/Cをもつ腐植酸(フミン酸、フルボ酸)や炭酸塩などが付着しているのを、これを除去する必要がある。そこで、試料を蒸留-脱イオン水を用いて洗浄後、米粒程度に砕き、0.5規定の水酸化ナトリウム溶液を用いて超音波洗浄し、その後、炭酸塩を除くために1規定の塩酸溶液を用いて超音波洗浄した。洗浄は溶液の色が透明になるまで繰り返し行った。その後、蒸留-脱イオン水を用いてpHが7になるまで洗浄した。その後、乾燥器中で110℃で乾燥後、微粉末試料とする。この試料を110℃で数時間乾燥後、HとCの元素分析を行った。HとCの分析は島根大学総合理工学部地球資源環境学科設置の元素分析計[FISONS (Carlo Erba) 1108]によってなされた。試料は約1~2mgをSn箔カップで包んだものを使用した。

測定結果と見積もり温度は第1表に示した。

1. 小豆原の埋没林(立ち木)

(1) 立ち木A-5 最下部のSB 002 Cは生木である(第11図)。そこから約85cmおよび約120cm上方の部分SB 002 DとSB 002 AのH/C原子比はそれぞれ0.977と0.961で、Sawada et al. (2000)による実験のグループ1の温度計を用いた見積もり温度は319℃と322℃である。以下の見積もり温度はすべてグループ1の温度計を用いたものである。約160cmおよび約212cm上方の部分SB 002 EとSB 002 FのH/C原子比はそれぞれ1.294と1.417で、見積もり温度は275℃と262℃であるが、この温度計では見積もり温度が290℃以下の場合、信頼性にかける点と、約400万年前に堆積した東海層群中の湖沼に常温で堆積した材のH/C比も同様な値を示すこと(沢田順弘・櫻根知夏子・中山勝博、未発表資料)から、この推定温度からは立ち木が加熱されたという積極的な証拠とはならない。さらにSB 002 Cから約5m上方ではH/C原子比は0.895で、見積もり温度は334℃である。この部位は明らかに被熱していると判断される。頂部(SB 9901 A 1~A 3)(SB 002 Cから約10m上方)ではH/C原子比は1.210, 1.185, 1.064, 見積もり温度はそれぞれ285℃, 288℃, 305℃である。被熱について確定的なことは言えないが、可能性は否定できない。

(2) 立ち木A-9 SB 9911902 A~EのH/C原子比は0.939~

1.111で、見積もり温度は326~298℃である。12試料からの見積もり温度の平均は311℃, 1σは11℃である。焦げたような色を示すところの見積もり温度が313~326℃であることから、加熱・炭化されている可能性は高い。

SB 9901 B-1~B-3のH/C原子比は1.173~1.151で、見積もり温度は289~292℃である。A-5の頂部(SB 9901 A 1~A 3)と同様、被熱について確定的なことは言えないが、可能性は否定できない。

2. 小豆原の転木 SB 9911904 A~CのH/C原子比は0.770~1.376で、見積もり温度は362~266℃である。H/C原子比1.376は他の値と著しくかけ離れていることから、洗浄が不十分のため付着したHの除去が完全でない可能性が高い。この試料を除くと、見積もり温度が314~362℃となる。焦げていることを考え合わせるとこの材は炭化していると言える。

3. 小豆原の立ち木を含む砂礫層の上位の砂層中の炭化木片 SB 9911903-1, 2のH/C原子比は0.793~0.850で、見積もり温度は356~343℃であり、明らかに炭化している。この炭化木片は再堆積したものであるが、木片の表面は滑らかであることから森林火災を受けたものではなく、おそらくは火砕流堆積物中のものに由来すると考えられる。

4. 火砕流堆積物中の炭化木片 SB 9902-1~5の炭化木片のH/C原子比は0.530~0.571で、見積もり温度は441~424℃であり、明らかに炭化している。ガスセグレーションパイプが認められることも考え合わせると、この温度は火砕流堆積物の定置温度に近いものと判断される。

考察とまとめ

立ち木周辺の火砕流堆積物中の木片のH/C原子比を用いた見積もり温度は372℃, 424~441℃であり、火砕流堆積物中に取り込まれた後に高温で炭化したものと考えられる。Sawada et al. (2000)や沢田ほか(2000)は火砕流堆積物中の*in situ*の炭化木片の判定としていくつかの現象をあげている。即ち、(1)炭化木片からのgas segregation pipeがある。(2)木片の表面が滑らかである。一般に空気に触れて燃えて炭化した場合、表面にクラックが入る。焚火の後の木と木炭の表面とを比較したら明瞭な違いがわかる。(3)木の皮が付着している。(4)木片の周囲(特に上方)に変色域が見られる。ここで扱った火砕流堆積物中の炭化木片のうちSB 9902は上記の(1)(2)(4)、またSB 002 Bは(1)の判定基準を満たしており、火砕流に取り込まれた後の*in situ*の炭化木片と考えてよい。河川堆積物中の炭化木片(SB 9911903)も343~356℃の温度が見積もられ、火砕流堆積物中から再堆積したものと考えられる。裂けたような形態を示す大きな転木(SB 9911904 A~C)も見積もり温度が362℃に達する部分もあることから炭化していることは間違いがないが、その由来については不明である。

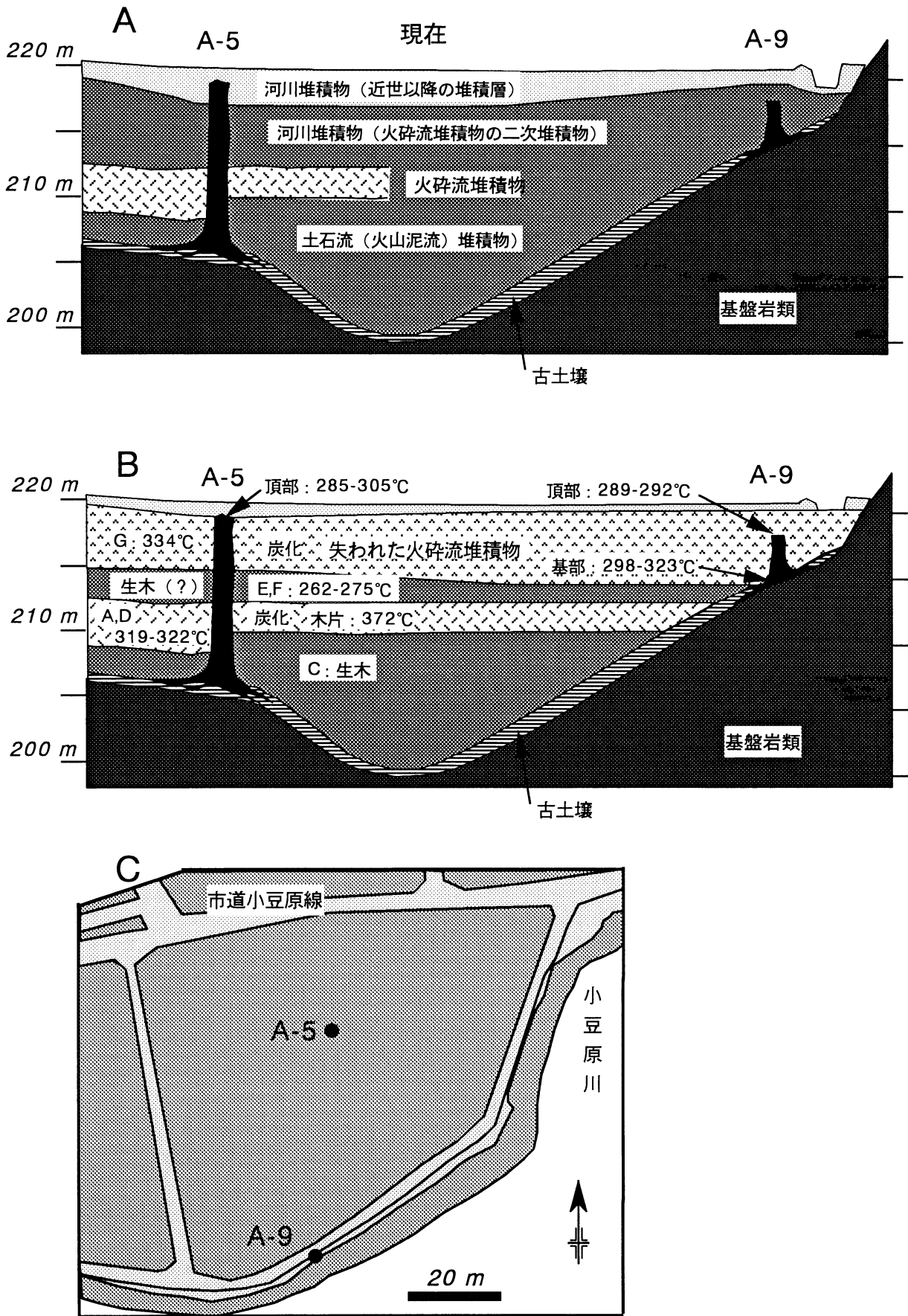
立ち木A-5とA-9の被熱については興味ある点が指摘される。すなわち、第15図に示したように(1)A-5で見えるかぎり、少なくとも被熱している可能性が高い部分が2箇所あ

第1表 埋没林周辺の立ち木および堆積物中の木片のH, C量, H/C原子比およびSawada et al. (2000)による炭化木片の実験グループ1から求めた見積もり温度。*は温度計の算出限界以下を示す。

試料番号	SB002C からの高さ	産出層	木の部位	色	H (wt%)	C (wt%)	H/C 原子比	見積もり温度 (°C)
立ち木(A-5)								
SB002C	0 cm	土石流堆積物	幹の縁部	黄土色(生木)	5.55	40.2	1.642	242*
SB002D	85 cm	火砕流堆積物	幹の縁部	黒色	4.71	57.4	0.977	319
SB002A	120 cm	火砕流堆積物	幹の縁部	黒色	4.55	56.4	0.961	322
SB002E	160 cm	河川堆積物	幹の縁部	茶褐色	5.28	48.7	1.294	275*
SB002F	212 cm	河川堆積物	幹の縁部	茶褐色	5.62	47.2	1.417	262*
SB002G	約5 m	河川堆積物	幹の縁部	黒褐色	4.71	62.7	0.895	334
SB9901A1	約10m, 頂部	河川堆積物	幹の縁部	茶褐色	4.68	52.4	1.064	305
SB9901A2	約10m, 頂部	河川堆積物	幹の縁部	茶褐色	5.15	51.8	1.185	288*
SB9901A3	約10m, 頂部	河川堆積物	幹の縁部	茶褐色	5.19	51.1	1.210	285*
立ち木(A-9)								
SB9901B1	頂部	河川堆積物	幹の縁部	茶褐色	5.01	51.7	1.155	292
SB9901B2	頂部	河川堆積物	幹の縁部	茶褐色	4.97	51.4	1.151	292
SB9901B3	頂部	河川堆積物	幹の縁部	茶褐色	5.09	51.7	1.173	289
SB99111902A1	基部	河川堆積物	幹の縁部	黒色	4.71	55.3	1.015	313
SB99111902A2	基部	河川堆積物	幹の縁部	黒色	4.89	52.5	1.111	298
SB99111902B1	基部	河川堆積物	幹の縁部	黒色	4.57	55.0	0.992	316
SB99111902B2	基部	河川堆積物	幹の縁部	黒色	4.43	54.5	0.968	320
SB99111902C1	基部	河川堆積物	幹の縁部	黒色	4.87	52.4	1.107	298
SB99111902C2	基部	河川堆積物	幹の縁部	黒色	4.40	55.8	0.939	326
SB99111902D1	基部	河川堆積物	根の縁部	黒色	4.38	55.1	0.946	324
SB99111902D2	基部	河川堆積物	根の縁部	黒色	4.30	53.7	0.953	323
SB99111902E1	基部	河川堆積物	根の縁部	黒色	4.38	49.8	1.047	307
SB99111902E2	基部	河川堆積物	根の縁部	黒色	4.38	49.9	1.046	308
SB99111902E3	基部	河川堆積物	根の縁部	茶褐色	5.48	59.1	1.106	299
SB99111902E4	基部	河川堆積物	根の中心部	茶色	5.37	57.7	1.107	298
基部の平均とσ								311±11
試料番号	産出層	産状	木の部位	色	H (wt%)	C (wt%)	H/C 原子比	見積もり温度 (°C)
SB002B	火砕流堆積物	埋もれ木片	小枝	黒色	4.03	65.7	0.731	372
SB99111903-1	河川堆積物	埋もれ木片	小枝	黒色	4.40	66.2	0.793	356
SB99111903-2	河川堆積物	埋もれ木片	小枝	黒色	4.65	65.3	0.850	343
SB99111904A1		転木	幹の縁部	黒色	4.48	69.4	0.770	362
SB99111904A2		転木	幹の縁部	黒色	4.88	62.7	0.927	328
SB99111904B1		転木	幹の中心部	黒褐色	5.48	66.6	0.981	318
SB99111904B2		転木	幹の中心部	茶色	6.19	53.6	1.376	266
SB99111904C1		転木	幹の中心部	黒色	5.65	74.0	0.909	331
SB99111904C2		転木	幹の中心部	黒褐色	5.74	68.0	1.006	314
SB9902-1	火砕流堆積物	埋もれ木片	小枝破片状	黒色	3.54	73.9	0.571	424
SB9902-2	火砕流堆積物	埋もれ木片	小枝	黒色	3.28	73.7	0.530	441
SB9902-3	火砕流堆積物	埋もれ木片	小枝	黒色	3.41	75.0	0.542	436
SB9902-4	火砕流堆積物	埋もれ木片	小枝破片状	黒色	3.27	71.0	0.548	433
SB9902-5	火砕流堆積物	埋もれ木片	小枝破片状	黒色	3.39	72.2	0.560	428

る。(2) 上部の被熱個所の高さはA-9の位置と同じである。これらのことから次のような歴史が推察される。まず1) 土石流によってA-5の最下部が埋もれる(SB002C部)。2) その後、火砕流が発生し、その堆積物によって立ち木が埋まり被熱する(SB002A, D部)。3) 急速に河川堆積物が上記の

火砕流堆積物を覆ったために火砕流堆積物は保存された。その部分(SB002E, F部)は被熱を免れた。4) その後、火砕流が発生し、A-5上部とA-9が埋まり、被熱された(A-5: SB002G部; A-9: SB99111902)。しかし、その後発生した土石流により、火砕流堆積物は削剥され、河川堆積物により交



第15図 A. 立ち木A-5とA-9の現在の地質断面図。B. 火砕流発生時の推定地質断面図。C. 立ち木A-5とA-9の位置図。

代された。

河川に流出した火砕流堆積物の多くはその後しばしば発生する土石流あるいは泥石流によって削剥され置き換えられてしまう。このようにもし *in situ* の立ち木があり、炭化の跡が残されるのなら、失われた過去の火砕流の記録を推定することが可能である。

謝 辞

文化財調査コンサルタント株式会社渡邊正巳氏、三瓶自然館の福岡 孝氏、松井整司氏には試料採取に際してお世話になった。鳥根大学の Barry Roser 博士には英文要旨のご指導をいただいた。三瓶埋没林調査保存検討委員会の委員諸氏には鳥根県主催の研究報告会において貴重な御意見をいただいた。記してお礼を述べる。

文 献

- 松井整司・井上多津男, 1971, 三瓶火山の噴出物と層序. 地球科学, 25, 147-163.
- 松井整司・福岡 孝, 1996, 三瓶火山の浮布黒色土以後の火砕物の層序とその年代. 鳥根大学地球資源環境学研究報告, 15, 61-62.
- Sawada, Y., Sampei, Y., Hyodo, M., Yagami, T. and Fukue, M., 2000, Estimation of emplacement temperatures of pyroclastic flows using H/C ratios of carbonized wood. *Jour. Volcanol. Geotherm. Res.* 104, 1-20.
- 沢田順弘・榎根知夏子・福江美智子・兵頭政幸・三瓶良和, 2000, 鳥根県, 神原第Ⅱ遺跡の三瓶火山太平山火砕流堆積物の定置温度見積もり—縄文人は被害を受けたか?—鳥根大学地球資源環境学研究報告, 19, 3-15.
- 鳥根県景観自然課, 2000, 三瓶埋没林調査報告書. 122 p.
- Sweeney, J.J. and Burnham, A.K., 1990, Evaluation of a simple model of vitrinite reflectance based on chemical kinetics. *Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull.*, 74, 1559-1570.

(受付: 2000年11月15日, 受理: 2000年12月1日)