

宮崎県串間市，福島川下流域の沖積層中の埋没クスノキ の年輪とそのAMS¹⁴C年代

長岡信治（長崎大学教育学部地理学教室）
河野和生（河野農機）
伊東嘉宏（宮崎県総合博物館）
奥野 充（日本学術振興会特別研究員／名古屋大学）
中尾登志雄（宮崎大学農学部造林学教室）
森 勇一（愛知県立明和高等学校）
大平明夫（宮崎大学教育学部地理学教室）
長谷義隆（熊本大学理学部地球科学科）
杉山真二（古環境研究所）
中村俊夫（名古屋大学年代測定資料研究センター）

1. はじめに

1996年2月初め，筆者の一人である河野は，宮崎県串間市の福島川河床から埋没した3本の樹木を発見，2月末に機械を用いてこれらの発掘を開始し，1週間ほどをかけて回収した。樹種の鑑定を宮崎県工業試験場工芸支場の岩崎新二主任技師に依頼した結果，これらの埋没樹木は，クスノキ *Cinnamomum Camphora* (L.) Presl と同定された（写真1～3）。

河野はクスノキの時代を知るために，パリノサーヴェイ（株）に¹⁴C年代測定を依頼し，2380±250 yr BP (PAL-43) という年代値を得た。8月に発見の連絡を受けた伊東は，さらにクスノキの年代や環境の詳細を明らかにするために，奥野および中村に加速器質量分析（AMS）法による¹⁴C年代測定を，長岡，長谷，大平および杉山に地形地質調査を，中尾に植物学的調査をそれぞれ依頼した。現地調査およびサンプリングは1996年9月，1997年2月と5月に延べ5日間行われた。その際に木部の空洞から昆虫化石が発見され，その鑑定を森が行った。本報告では，野外調査，クスノキの植物学的調査と年輪測定，昆虫化石同定および年代測定の結果を報告する。

なお，現地調査にあたり，串間市教育委員会の方々にはお世話になった。心から御礼申し上げます。

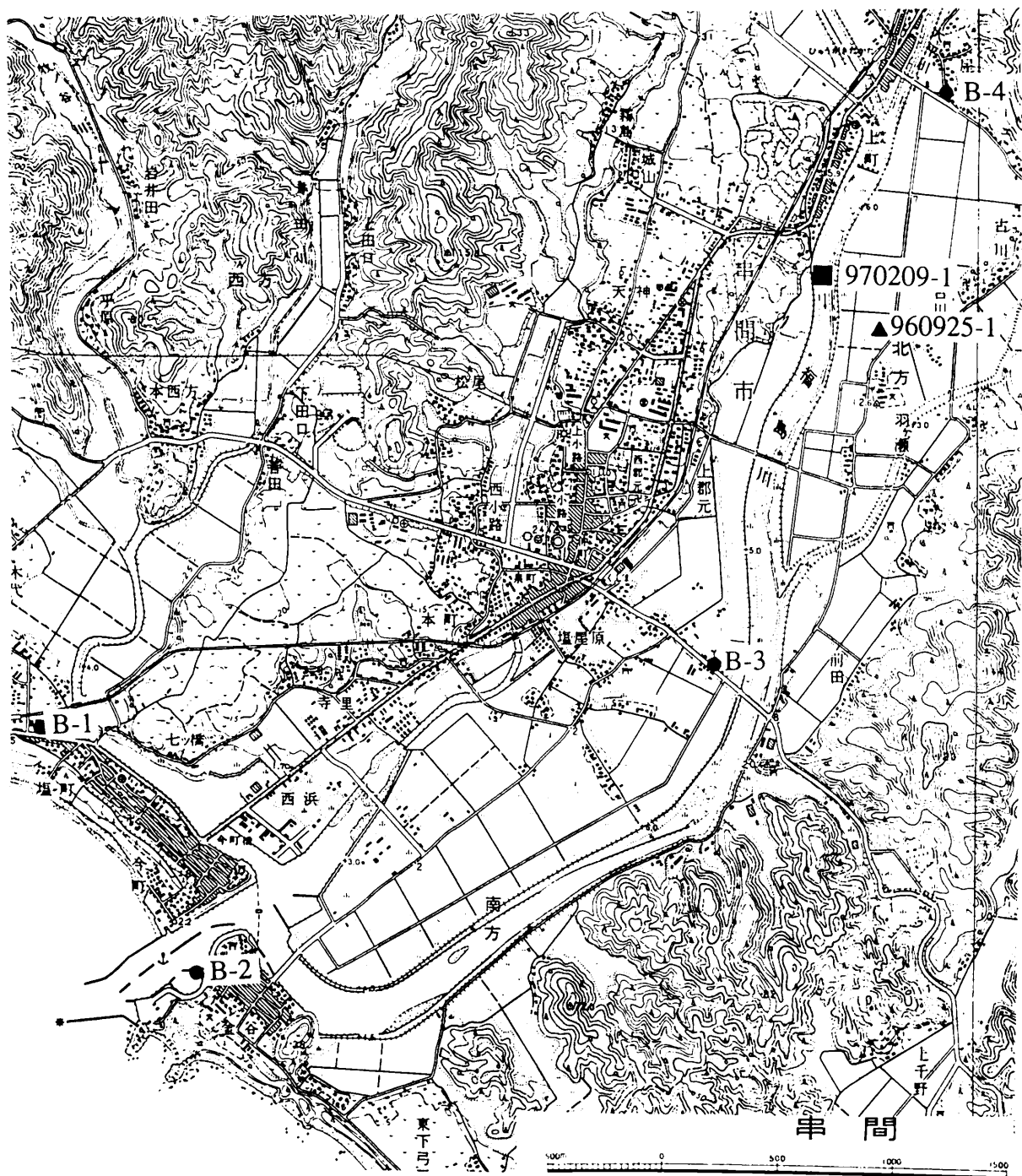


図1 埋没クスノキ発見地点と周辺の露頭およびボーリング地点

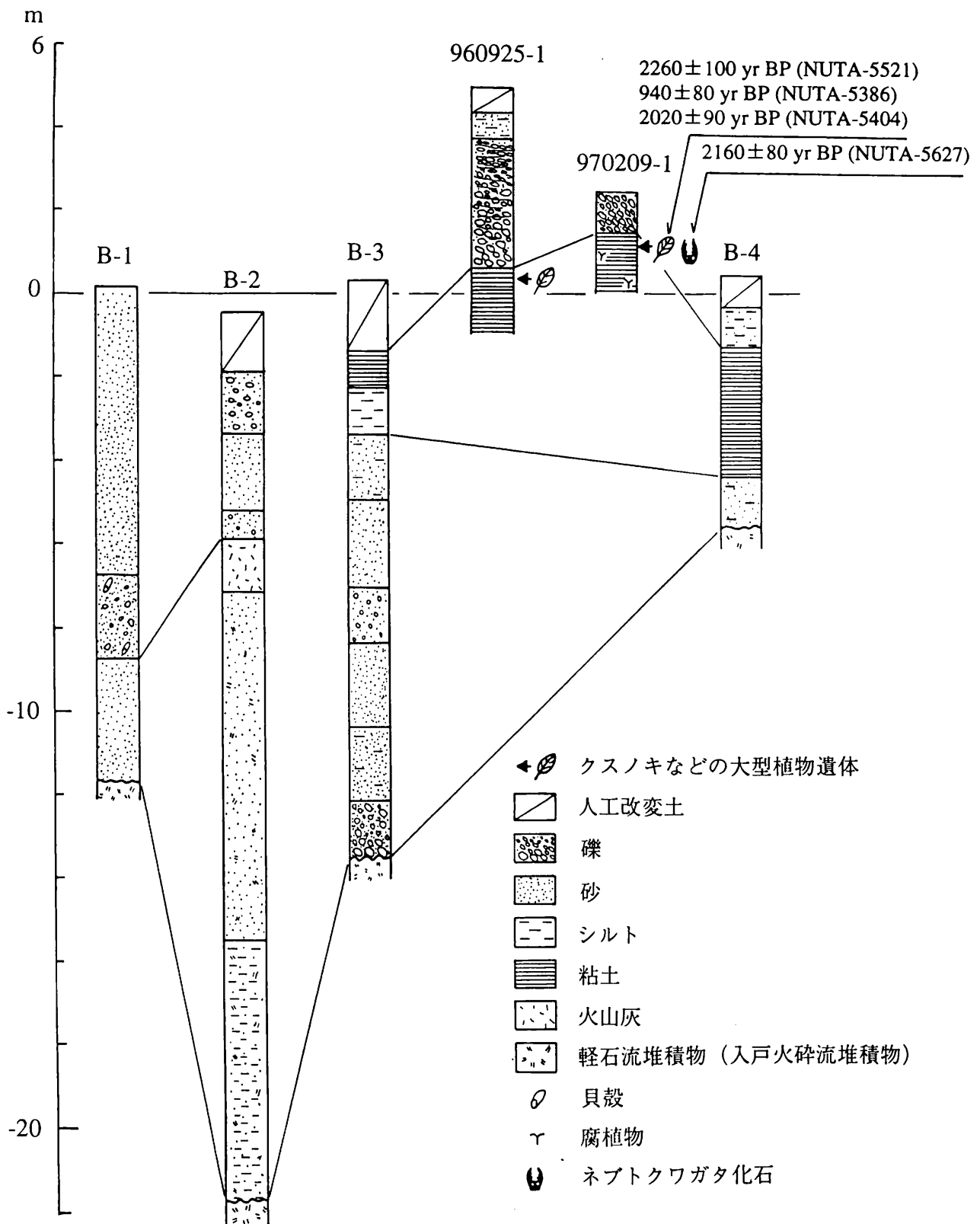


図2 クスノキ発見地点970209-1のおよび露頭・ボーリング地点の柱状図

2. 発見地点周辺の地形地質

発見地点は、福島川の沖積平野の下で、串間市大字北方の福島川河床の地点970209-1である(図1, 写真5)。発掘されたクスノキの樹幹は、1m以下の河床砂礫の下位の厚さ1m以上の青灰色粘土層の中に横倒しで埋没していた(図2, 写真6)。現在でも河床に別の樹幹が露出している。この粘土層は、均質で植物片に富み、周辺のボーリング資料から、厚さ2~6mであり、沖積層の上部に位置する。下流側へは薄くなり、ボーリング地点B-1に見られるような、現在の海岸線付近の砂州または砂丘砂に漸移するようである(図2)。これらのことから、クスノキを含む粘土層は、砂州背後のラグーンまたは河口付近の後背湿地の堆積物と推定される。

地点960925-1では、やはり樹幹を含む粘土層があり、それを覆って厚さ3mの砂礫層が見られた(写真7)。この砂礫層からは、流れ込んで破壊された弥生式土器の破片が大量に発見される。ボーリング地点B-2の標高-6m付近には厚さ1mのシラスと記載された火山灰が認められるが、鬼界アカホヤ火山灰なのか、入戸火砕流の再堆積なのかは判断できなかった。また、現在の海岸近くの地点B-1には、砂州または砂丘砂と推定される均質な砂層の下位の標高-7mに、貝殻を含む砂礫から成る海成層がある(図2)。この海成層は分布高度から、クスノキを産する陸成粘土層の下位にあり、縄文海進によるものと考えられる。このことから、クスノキを含む粘土層の時代は、縄文時代前期と弥生時代の間にあると予想される。

3. クスノキの形状と年輪

出土した3本のクスノキは、切断して運搬・保存されていた。これらのうち最も大きいものは、重さ24トン、全長約19mであったが、根の部分が2.2mあり、地上部は17mであった(写真1, 3)。その根元部の直径は185cm、地上3.5m部での直径140cm、9.1m部で長径150cmと短径130cm、17m部でも約100cmであった。10mおよび14m付近からは太い枝が出ていた。先端は切断されており、発見時にはもっと長かったと考えられる。このサンプルは根元から10m付近まで空洞が入っていたが、その先は中心まで詰まっていた。別の1本は空洞が全体にあり、根株を含めた長さ11mで根張りの影響がなくなった部分の直径は140cmであった。いずれの個体も幹の外側に樹皮は残っておらず、幹の一部には径5~8cm、深さ2cm程の甌穴状の窪み(砂礫などによる浸食痕)がみられることから幹の最外部は、河川堆積物などにより一部削られていると思われる。

年輪計測用の円板は、最大木の3.5m部分と15m部分から厚さ約10cmで採取した。切断の際のおがくずは黒ずんだ緑黄色で強い樟脳の香りがしていた。3.5m部分は空洞が大きく採取できたのは外側の59cmの円板片であった。15m部分は中心まで詰まっており、円板の平均直径は102cmであった。採取した円板片および円板は、鉋をかけて年輪を計測した。年輪の判別は実体顕微鏡で8~10倍に拡大して行った。

3.5m部の円板片の最も内側および外側まで年輪を判読できる部分の年輪数は345で

あった。15m部の円板の年輪数は最も外側まで判読できる部分で416であった。このクスノキの樹齢は3.5m部の円板片からは3.5mに達するまでの年数、空洞部の年輪数、判読できた年輪数345、削られた外側の年輪数の和として推定される。空洞部の直径は幹の直径、円板片の長さから約31cmである。また、15m部の円板からは15mに達するまでの年数、円板の年輪数416、削られた外側の年輪数の和で推定される。

高さ3.5mになるまでの年数および直径31cmに成長するまでの年数は、生育条件によって異なるが、九州南部のような温暖多雨の地域で植林のように光条件がよければ5～7年で高さは3.5mに達し、30年から40年で直径は31cmになると推定されるが、円板片の最も内側部分50年輪の平均年輪幅は1.2mmと狭く、直径30～40cmの時期にも光条件は良くなかったと考えられる。このことは15m部の円板でも直径31cmに達するまでに約90年も要していることから推察される。成長からみて、このクスノキは天然林の中で更新してきたものと考えられるので、高さ3.5mに達して太さ31cmになるまでの年数を約100年とすると、現在の最外縁年輪までで約450年、その外側の削られた部分を数10年とすれば、約500年の樹齢と推定される。また、高さ15m部での直径が約1mあることからその先が少なくとも15～20mはあったと考えられ、樹高は30～35mはあったものと考えられる。クスノキは亜熱帯から暖温帯に分布し、抵抗力が強く、長寿であることから日本でも各地に巨樹が残り、天然記念物に指定されたものが多い。それはとくに九州で多く、最大のものも鹿児島県始良郡蒲生町にある。発見地点の上流約12kmにもクスノキの真萱保護林（樹齢300～400年のもの約50本、最大のものは直径160cm、高さ34m）がある。人為的な影響が大きくなる前の九州南部の丘陵部周辺の森林はタブノキ、スタジイ、イチイガシ、クスノキなどからなる常緑広葉樹林であったと考えられ、粘土層に残っている樹木もこれらの樹種であろうと推定される。

4. 昆虫化石標本の特徴

3章において詳述したクスノキの空洞から昆虫化石が産出した。以下では、この抽出された昆虫化石標本（串間標本と呼ぶ）の特徴とその同定結果について、簡単に述べる。

昆虫化石は、植物片を含む暗褐色の腐植土（分析試料；写真8）中に混入しており、試料全体の乾燥重量は12.0gであった。検出・計数作業の結果、分析試料中には、計3分類群の昆虫化石片が含有されることが明らかになった。化石群集の大半はクワガタムシ科 Lucanidaeで占められ、これ以外に1点のガムシ科 Hydrophilidae（鞘翅片）、および2点のコガネムシ科 Scarabaeidae（いずれも腹部腹板）が認められた。

分析試料中のクワガタムシ科昆虫化石は、計138点の体節片により構成される。検出された主な部位は、大腮 mandible、上翅 elytra、前胸背板 pronotum、腿脛節 legs、腹部腹板 urotergites などであった。なお、串間標本の体節片には、部分的に剛毛や筋肉組織などを残存するものがあり、本標本のみからはこれらが化石か現生種かの識別

は困難であった。

以下に、クワガタムシ科昆虫化石のうち5点について、標本の特徴を略記する。

標本1 (KU97B-1) 左上翅 left elytron (写真9)

長さ12.0mm, 幅4.9mmで, 艶のある黒色。肩部は強く突出する。側縁は平板状に張り出し, 後方まで平行に延びる。9本の縦条を有し, 条溝中には明瞭な点刻列を備える。間室は中高で, 微小点刻を配する。

標本2 (KU97B-2) 右上翅 right elytron (写真10)

長さ8.2mm, 幅3.8mm, 黒褐色で光沢を有する。標本1同様, 肩部が強く突出し, 側縁は平板状で後方まで平行に延びる。9本の縦条およびこの条溝中に明瞭な点刻列を備える特徴は標本1と同じであるが, 間室や側縁にやや粗大な点刻を密布する。

標本3 (KU97B-3) 頭楯および大腮 chaperon and mandible (写真11)

長さ10.4mm, 幅8.6mm, にぶい光沢を有する黒色である。頭楯は横長で短く, 前頭との境界線は認められない。前縁は角ばり湾入する。眼縁突起は長く, 眼を完全に縁どるが, 後方ではくびれてやや細くなる。大腮は上縁基部および下縁基部に2内歯を有する。前者のものは中央よりやや先端寄りに位置し, 内側に向かって鋭く突出する。後者に位置する内歯は, 基部付近でやや後方に向かって突出している。

標本4 (KU97B-4) 頭楯および大腮 chaperon and mandible (写真12)

長さ8.0mm, 幅6.6mm, にぶい光沢を有する黒色である。頭楯は横長で短く, 前頭との境界線がなく, 前縁は角ばる。大腮は, 下縁基部に内側に向かって鋭く突出する1内歯のみを有し, 標本3とは大きさや形態などを著しく異にしている。

標本5 (KU97B-5) 前胸背板 pronotum (写真13)

最大幅8.2mm, 高さ5.5mm。光沢を有する黒色である。側縁は細かな鋸歯状で, ゆるい弧を描き後角は丸まる。全面に粗大点刻が密布される。

以上のように, 標本1はネプトクワガタ (オス) の大型個体の右上翅, 標本2は同じくネプトクワガタ (メス) の中～小型個体の左上翅, 標本3は同 (オス) の大型個体の頭楯および大腮, 標本4は同 (オス) の小型個体の頭楯および大腮, 標本5は同 (メス) の中型個体の前胸背板の特徴をそれぞれ備えている。本種を含めクワガタムシ科標本は, 雌雄や個体の大小などによって大腮の形状および鞘翅上面の点刻などを異にし, これらを比較・検討することにより, 化石標本においても個体識別が可能である。この結果, 分析試料中のクワガタムシ科化石標本は, いずれもネプトクワガタ *Aegus laevicollis* Saunders に同定され, 試料全体には少なくとも6個体 (最少個体数) が含有されることが明らかになった。

ネプトクワガタは、北海道を除く日本全土に分布するが、関東地方以北では少なく、暖地性のクワガタムシである。幼虫は各種広葉樹の朽ち木や空洞中で育ち、成虫は主に朽ち木や樹液などに集まり、灯火にも飛来する。

なお、串間標本にはネプトクワガタ以外に、ガムシ科およびコガネムシ科など朽ち木や空洞中に生息しない体節片が混入しており、分析試料は雨水の流入や何らかの営力（動物による運搬など）が働いて集合したことも考えられる。

5. ^{14}C 年代測定

5-1 測定試料と方法

測定試料は、クスノキ3個体（試料1～3）とネプトクワガタ（試料4）である（表1）。試料1が3章において詳述したクスノキ（15m部分）から採取したものである。埋積後に付加された炭素を除去するために以下のような前処理を行った。クスノキの試料1～3は、残っている木部の最も外側をカッターナイフを用いて薄く切り取り、これを蒸留水中において超音波洗浄した。次に1.2規定の塩酸（HCl）による処理（80℃で2時間）を2回行って炭酸塩などを除去した。さらに1.2規定の水酸化ナトリウム（NaOH）溶液処理（80℃で2時間）を抽出液の着色がなくなるまで繰り返し、アルカリ可溶成分を除去した。その残査について、1.2規定のHCl処理を2回行った後、蒸留水を用いて十分に洗浄した。また、ネプトクワガタ（試料4）については、蒸留水中の超音波洗浄、HCl処理、蒸留水による洗浄を行った。

測定試料は、加速器質量分析計に用いられるイオン源の構造から、固体状ターゲットとして調製する必要がある。以下の手順でグラフィイト・ターゲットを作製した。上記のように前処理した試料を酸化銅と共にバイコール管に真空封入した後、約2時間950℃に加熱し、生じた気体を真空ライン中で精製して二酸化炭素（CO₂）を得た。さらに、このCO₂から鉄を触媒とした水素還元法（Kitagawa *et al.*, 1993）によりグラフィイトを得て、これを手動の圧縮装置によってプレスした。名古屋大学年代測定資料研究センターに設置されているタンデトロン加速器質量分析計（Nakamura *et al.*, 1985；中村・中井, 1988）を用いて ^{14}C 年代を測定した。 ^{14}C 濃度の標準体としてNBS 蔦酸SRM-4990を用いた。分取したCO₂について、トリプルコレクター式気体用質量分析計（Finnigan MAT社製、MAT-252）を用いて $\delta^{13}\text{C}$ 値を測定した。

5-2. 測定結果

^{14}C 年代測定の結果を表1に示す。年代値は、Libbyの半減期5568年を用いて算出し、西暦1950年から遡った年数である。測定誤差は、 ^{14}C の計数値にもとづく統計誤差を考慮して、1標準偏差（1 σ ）で示した。試料の $\delta^{13}\text{C}$ 値によって同位体分別効果を補正した（中村ほか, 1994）。

得られた年代値は、試料2を除くと、ほぼ2000～2300 yr BPの範囲にある（表1）。

試料 4 (ネプトクワガタ) の年代値は, 2160 ± 80 yr BP (NUTA-5627) であり, これを包含していた試料 1 (クスノキ) の年代値とも一致している。試料 3 の年代値は, 2020 ± 90 yr BP (NUTA-5404) と試料 1 や 4 と比べてやや若い値を示している。測定したクスノキの幹の最外部が削られていることを考慮すると, 試料 3 の年代値がこれらのクスノキが死滅・埋没した年代に近いものと考えられる。ただし, 試料 2 の年代値は 940 ± 80 yr BP (NUTA-5386) と約1000年も若く, 福島川下流域の沖積層中のクスノキが複数のイベントによってもたらされたことを示唆している。今後, クスノキを産する沖積層の層序を詳しく調べる必要がある。

表 1 AMS ^{14}C 年代測定の結果

試料番号	種類	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	^{14}C 年代値 (yr BP)	測定番号
1	木片	-27.9	2260 ± 100	NUTA-5521
2	木片	-28.4	940 ± 80	NUTA-5386
3	木片	-26.7	2020 ± 90	NUTA-5404
4	昆虫	-26.8	2160 ± 80	NUTA-5627

6. 考察

クスノキ自生時の環境および死滅・埋没の原因について考察する。

縄文時代前期, 海進に伴い海面は-7mまで上昇し, 現在の海岸付近まで海が進入したが, その後は砂州が成長し, 砂州より陸側には潟湖が形成された。この潟湖または湿地は弥生時代まで保たれたようである。クスノキは小枝などを伴って出土していることから, 発見場所と自生地はそれほど離れておらず, 潟湖または湿地の周辺で生育したと推定される。地元の話によれば, 地点960925の東側の氾濫原の地下から, 自生した状態で根を伴う株が発掘されたことがあるという。発見地点の周辺の丘陵地にはクスノキを含む常緑広葉樹の天然林が成立していたに違いない。今回のクスノキは粘土層最上部に横倒しとなって埋没し, 直上を弥生式土器を含む河成砂礫層に覆われていることから, クスノキの死滅と埋没の原因は, 樹木自身の寿命のほかに河川災害が考えられる。縄文時代晩期末から弥生時代に起きた河川の氾濫と土石流などによる大量の土砂供給が起きたと推定される。北方の宮崎平野でも弥生時代には河川による氾濫が頻発し, 大量の砂礫が堆積している(長岡ほか, 1991)。この時期に降雨頻度や強度の増加などの気候変化や人口増加による植生破壊などが起き, 結果的に大量の土砂が供給され, クスノキが埋没した可能性がある。

7. まとめ

本稿で報告した福島川下流域の埋没クスノキについて、以下のようにまとめることができる。

- 1) クスノキは、沖積平野下の潟湖または後背湿地堆積物中に埋没していた。
- 2) クスノキは根元直径185cm, 長さ19mであり, 枯死直前の樹高が30~35m, 年輪計測から樹齢は約500年と推定される。
- 3) クスノキの空洞にネプトクワガタの化石が見いだされた。
- 4) AMS ^{14}C 年代測定により, クスノキの枯死した年代は, 約 2000 yr BPと約 950 yr BPと推定される。
- 5) 湿地の周辺に生育していたと考えられるクスノキ埋没の原因は, 縄文時代末から弥生時代にかけての気候変化または人為による河川の氾濫の強度頻度の増大が挙げられる。

なお, 現在も福島川下流の沖積平野地下には, 埋没樹木あるいは埋没林が数多く存在するとみられる。こうした化石は串間市周辺にとどまらず地球全体における過去の気候や環境の重要な記録者であることから, 行政などと協力し, 今後さらなる総合学術調査が実施されることが望まれる。

引用文献

- Kitagawa, H., Masuzawa, T., Nakamura, T. and Matsumoto, E. (1993) A batch preparation method for graphite targets with low background for AMS ^{14}C measurements. *Radiocarbon*, **35**, 295-300.
- 長岡信治・前杵英明・松島義章 (1991) 宮崎平野の完新世地形発達史。第四紀研究, 30巻, 59-78.
- 中村俊夫・中井信之 (1988) 放射性炭素年代測定法の基礎－加速器質量分析法に重点をおいて－。地質学論集, **29**, 83-106.
- 中村俊夫・池田晃子・小田寛貴 (1994) タンデトロン加速器質量分析計による ^{14}C 測定における炭素同位体分別の補正について－ ^{14}C 年代算出の手引き－。名古屋大学加速器質量分析計業績報告書 (V), 237-243.
- Nakamura, T., Nakai, N., Sakase, T., Kimura, M., Ohishi, S., Taniguchi, M. and Yoshioka, S. (1985) Direct detection of radiocarbon using accelerator techniques and its application to age measurements. *Jpn. J. Appl. Phys.*, **24**, 1716-1723.

Buried trunks of *Cinnamomum Camphora* (L.) Presl and their AMS¹⁴C dates from Holocene alluvium deposits beneath the Kushima Plain, Miyazaki prefecture, Japan

Shinji NAGAOKA, Kazuo KAWANO, Yoshihiro ITO, Mitsuru OKUNO,
Toshio NAKAO, Yuichi MORI, Akio OHIRA, Yoshitaka HASE,
Shinji SUGIYAMA and Toshio NAKAMURA

Abstract

Three buried trunks of *Cinnamomum Camphora* (L.) Presl, which consisted temperate evergreen forest, were collected from Holocene alluvium deposits beneath the Kushima Plain, southern Kyushu, Japan. Result of tree-ring analysis of one wood sample shows its age is about 500 years old. AMS¹⁴C dates of two woods and one insect (*Aegus laevicollis* Saunders) samples are assembled around ca. 2100 yr BP, *i. e.* the date of their death. The cause of their death may be flood in rainy climate or destruction by humankind.

Key words: Kushima Plain, *Cinnamomum Camphora* (L.) Presl, *Aegus laevicollis* Saunders, tree-ring analysis, AMS¹⁴C date

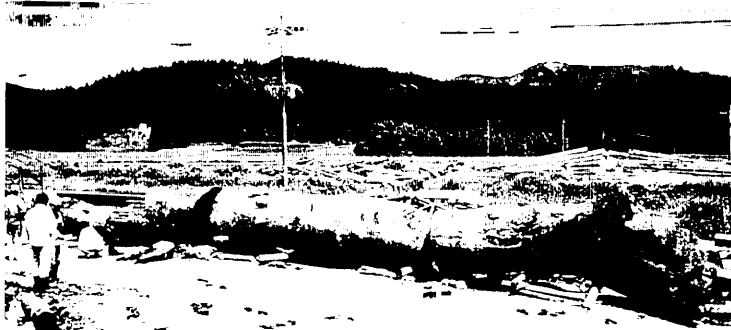


写真1 地点970209-1から回収されたクスノキ（試料1）



写真5 地点970209-1に現在も見られる埋没樹木化石



写真2 地点970209-1からの別のクスノキ（左から、試料2、試料3）



写真6 地点970209-1のクスノキ化石を含む青灰色粘土層



写真3 年輪計測が行われたクスノキの輪切り（試料1）



写真7 地点960925-1における粘土層を覆う弥生時代の砂礫層

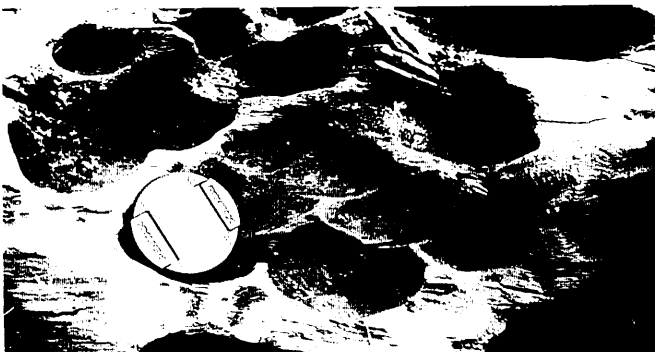


写真4 砂礫などによる浸食痕



写真8 昆虫化石の産出状況



写真11 同 頭楯および大腮 chaperon and mandible
長さ 10.4mm (標本 3)

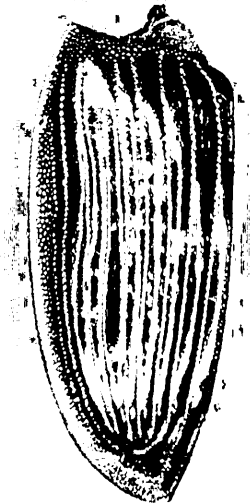


写真9 ネプトクワガタ *Aegus laevicollis* Saunders
左上翅 left elytron 長さ 12.0mm (標本 1)

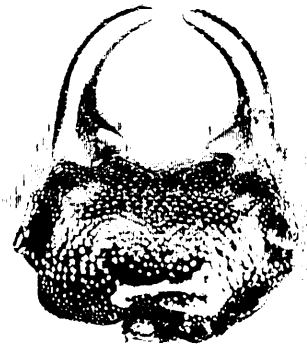


写真12 同 頭楯および大腮 chaperon and mandible
長さ 8.0mm (標本 4)

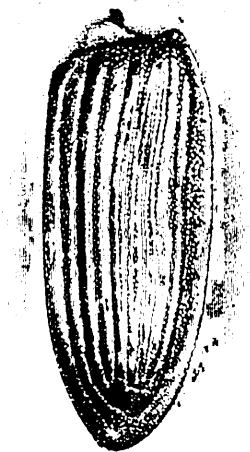


写真10 同 右上翅 right elytron 長さ 8.2mm (標本 2)

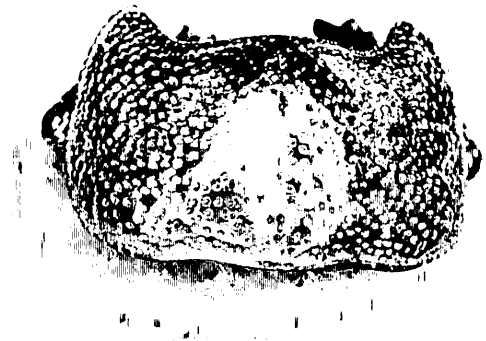


写真13 同 前胸背板 pronotum
最大幅 8.2mm (標本 5)