

香住町足跡化石調査報告書

平成 17 年 3 月
香 住 町

香住町足跡化石調査報告書

平成 17 年 3 月
香 住 町



下浜 K-03 及び K-04 地点遠景

はじめに

まだ、日本列島が現在の形になる前、私たちの直接の祖先がまだこの地球の上に生まれていない頃、この地球の主人公は、ゾウやサイ、シカなど、今私たちが限られた場所で見ることのできない生き物の祖先達でした。

その頃、日本海もまだその姿を見せず、中国大陸から日本列島が引き離される過程でできた大小の湖沼や変化を繰り返す海で入り組んでいました。

当時の香住町は現在よりも暖かく、内陸部からの大きな川が、豊かに生い茂った森の中を抜けて湖に流れ込んでいました。その湖のほとりにはゾウやサイ、シカの祖先たちが憩い、そのまわりをツルなどの鳥たちが、また、浅い水の中にはワニやカメ、そして、湖の中にはコイなどの魚たちがゆっくりとした時間の流れのなかで生活していました。

平成15年に見つかった足跡化石は、彼らがその湖のほとりの泥の上を歩いたときにできた足跡が化石となったものです。足跡化石は、当時の豊かな自然と、動物たちが生きていた様子を私たちに思い描かせます。彼らが知らずに残した足跡は、文字通り、香住町の自然史の足跡であり、彼らからのかけがえのないプレゼントです。

しかしながら、今回発見された足跡化石はその場所の状況から永久的に保存することは大変難しい問題です。私たちにできることは、足跡化石を調査し、現在の状況をできるかぎり詳細に記録して将来に引き継いでいくことです。そのために実施した今回の調査では、香住町の自然史、ひいては日本列島の形成を解明する上で、とても貴重な成果が得られました。

この成果を広くみなさんに知っていただき、ご活用していただくために、このたびこの調査報告書を刊行いたしました。この報告書をご活用いただき、自然科学などの研究の一助となれば幸いです。

おわりになりましたが、調査にあたってくださいました赤木先生をはじめ調査委員のみなさま、進んで調査に参加していただきましたボランティアのみなさま、調査にご協力いただきました地元下浜のみなさま及び関係各機関に厚くお礼申し上げます。

平成17年3月

香 住 町 長 藤原久嗣

例 言

1. 本書は兵庫県城崎郡香住町下浜、境で発見された足跡化石及び足跡化石調査に伴う付帯調査の調査報告書である。
2. 平成 16 年 4 月 30 日から 5 月 5 日にかけての下浜地点第 1 次調査では多くのボランティアの皆さんにご協力いただいた。また、北但層群化石研究会の北但層群化石研究会、三木武行氏、谷口正夫氏、中島健氏、工藤智己氏には多大なご協力を得た。ここに記して感謝したい。
3. I は香住町教育委員会社会教育課石松崇が執筆した。II、III、VI の執筆については目次及び本文中に示した。IV 植物化石については国立科学博物館古生物第 1 研究室長植村和彦氏、V 貝化石については豊橋市自然史博物館主幹学芸員松岡敬二氏から玉稿を頂戴した。ここに記して感謝する。
4. 編集については石松崇が臨時職員西原みさの補助を得て行った。
5. 本書に掲載した地図は国土地理院発行の 25,000 分の 1 地形図を使用した。
6. 足跡化石調査及び本書の作成にかかる資料は美方郡香美町教育委員会に引継ぎ保管している。

目 次

I. 調査の経過及び体制	1
1. 調査の契機	1
2. 調査の経過	1
3. 調査の組織	4
II. 兵庫県北部香住町の第三系層序	安野敏勝 5
1. はじめに	5
2. 地質概説	5
3. 八鹿層の年代	15
4. おわりに	16
III. 足跡化石	岡村喜明 高橋啓一 三枝春生 26
1. はじめに	26
2. 産地と層準	26
3. 足跡化石	28
4. 印跡動物	50
5. まとめ	57
参考資料	60
IV. 植物化石	植村和彦 67
1. はじめに	67
2. 化石試料	67
3. 組成	67
4. 考察とまとめ	69
V. 兵庫県香住町産の淡水貝類化石	松岡敬二 78
1. はじめに	78
2. 化石の産出場所及び産出層準	78
3. 貝類化石の記載	81
4. 日本海側の前期中新世の淡水貝類群集	84
VI. 香住町の第三系（八鹿層）産魚類化石	安野敏勝 90
1. はじめに	90
2. 地質概説・化石産地	90
3. 香住層産魚類化石	92
4. 化石の記載	94
5. おわりに	99

図 表 目 次

巻頭図版 下浜 K-03 及び K-04 地点遠景

I

現地説明会の様子 1

調査の様子 2,3

II

第 1 表 香住地域の第三系層序及び浜坂東部地域との対比 6

第 2 表 香住砂岩泥岩層・余部砂岩泥岩層産の化石概要 11

第 1 図 香住地域の第三系地質図 7

第 2 図 化石産地図 12

第 3 図 栃三田 K17 地点の地質柱状図 13

第 4 図 古香住湖の分布図 13

図版 1 19

図版 2 21

図版 3 23

図版 4 25

III

第 1 表 4 産地における足跡化石の形態別産出数 26

第 2 表 6 標本の各部位の計測値 49

第 1 図 足跡化石産地図 26

第 2a,b,c,d 図 栃三田, 大磯, 下浜, 松ナワテ足跡化石産地 27

第 3 図 4 産地の模式柱状図 27

第 4 図 足跡化石のタイプ分け 29

第 5 図 下浜全区域の跡化石の形態別分布図 30

第 6 図 標本: 下浜 1-① 24 31

第 7 図 標本: 下浜 1-① 75 31

第 8 図 標本: 下浜 1-① 76 32

第 9 図 標本: 大磯① 1 32

第 10 図 松ナワテ最下位の足跡化石群の一部分 33

第 11 図 標本: 松ナワテ-① 1 33

第 12 図 標本: 下浜 1-② 26 34

第 13 図 標本: 下浜 1-② 78 34

第 14 図 下浜第 3 区中央南部にみられる行跡 35

第 15 図 標本: 下浜 3-② 6 35

第 16 図 標本: 下浜 3-② 8 35

第 17 図 標本: 下浜 3-② 45 36

第 18a,b,c 図 標本: 下浜 3-② 46,47 36,37

第 19 図 標本: 大磯② 1 37

第 20a 図 下浜第 2 区の H 型の足跡 38

第 20b 図 標本: 下浜: 2-③ 8 38

第 21 図 標本: 下浜 2-③ 17 38

第 22 図 標本: 下浜 2-③ 17 39

第 23 図 標本: 下浜 4-③ 1 39

第 24 図 下浜第 4 区 40

第 25a,b 図 標本: 下浜 4-③ 12 40

第 26 図 標本: 下浜 5-③ 5 41

第 27 図 標本: 大磯-③ 1 42

第 28 図 標本: 大磯-③ 2 42

第 29a,b 図 標本: 松ナワテ-③,2 42

第 30 図 標本: 栃三田-③ 1 43

第 31 図 大磯にみられた 9 個の足跡群 43

第 32 図 標本: 大磯-④ 2 44

第 33 図 標本: 大磯-④ 3 44

第 34 図 標本: 大磯-④ 7 44

第 35 図 標本: 大磯-④ 8 45

第 36 図 標本: 大磯-④ 9 45

第 37 図 同層準にみられる垂直断面 45

第 38 図 下浜第 3 区にみられた密集の分布図 46

第 39 図 標本: 下浜 3-⑤ 49 46

第 40 図 標本: 下浜 3-⑤ 54 46

第 41 図 標本: 下浜 4-⑤ 16 47

第 42 図 標本: 大磯-⑤ 1 47

第 43 図 松ナワテの泥層面にみられた足跡群 48

第 44 図 標本: 松ナワテ-⑤ 1 48

第 45 図 鳥類の足跡化石の計測部位 49

第 46a 図 標本: 大磯-① 1 50

第 46b 図 古琵琶湖層群産足跡スケッチ 50

第 47 図 サイ類の足跡スケッチ 51

第 48 図 スマトラサイの計測値 52

第 49 図 シロサイの行跡 52

第 50 図 現生動物の体高と体長の比率 52

第 51 図 国内産サイ類の足跡化石スケッチ 52

第 52 図 偶蹄類の足跡化石の主な計測部位 53

第 53 図 ワニ類の足跡スケッチ 54

第 54 図 国内産ワニ類の足跡化石 55

第 55 図 現生種トリ類の足指と指間膜の形態からの分類 56

参考資料

①足跡化石のでき方と消長 60

②偶蹄類の蹄の大きさと形態の分類 61

③国内の中新世からの足跡化石 62

④主な現生動物の足跡 64

IV

第 1 図 下浜, 今子及び池ヶ平産の植物化石 71

第 2 図 小原産の植物化石 -1 72

第 3 図 小原産の植物化石 -2 73

第 4 図 小原産の植物化石 -3 74

第 5 図 小原産の植物化石 -4 75

第 6 図 小原産の植物化石 -5 76

第 7 図 小原産の植物化石 -6 77

V

第 1 表 香住町産の淡水貝類化石 81

第 1 図 香住町の淡水貝類化石 79

図版 1 88

図版 2 89

VI

第 1 表 香住地域の第三系層序 90

第 2 表 香住町の第三系産化石産地 91

第 3 表 香住砂岩泥岩層産化石一覧 92

第 4 表 日本のコイ科魚類化石産地 92

第 1 図 化石産地図 91

第 2 図 前期～中期中新世初期のコイ科魚類化石産地図 93

第 3 図 古香住湖の分布図 94

第 4 図 標本 K1101 のスケッチ 98

図版 1 103

図版 2 105

1. 調査の経過及び体制

1. 調査の契機

平成 15 年（2003 年）6 月 11 日付けで福井県立高志高等学校教諭安野敏勝氏より、「香住町の地質調査と化石採集の願い」が香住町教育委員会教育長宛に提出された。目的は香住町に分布する淡水性堆積層（中新世香住層）の調査を行い、併せて化石を産出する場合はその構成も調査し、当時の環境を考察するとし、範囲は香住町の今子浦～三田浜であるとのことであった。

社会教育課では調査予定範囲が国指定名勝香住海岸及び山陰海岸国立公園であることから関係機関と協議し、「地質調査及び化石採集について、露頭している岩盤を破碎して岩石を採取しないこと。転石でも周囲の環境、景観に配慮し、採集、破碎する岩石を最小減にとどめること。最小人員での調査とし、一度に広範囲の調査を実施しないこと」に留意して調査にあたっていたくよう、また範囲についても協議が必要である旨を回答した。

8 月に入り、安野氏より貴重な発見があったとの連絡を受け、8 月 23 日に安野氏より香住町文化財審議委員とともに説明を受けた。香住町では今後の対応について協議し、足跡化石の露頭面の実態把握、同時に周辺一帯の化石調査、地質学的、古脊椎動物学的資料として十分評価されるよう調査を行うため調査委員会を設置し調査にあたることを決定した。

2. 調査の経過

平成 15 年（2003 年）

- | | |
|-----------|---|
| 6 月 11 日 | 福井県立高志高等学校教諭安野敏勝氏より「香住町の地質調査と化石採集の許可願い」が提出される。 |
| 6 月 18 日 | 香住町教育委員会社会教育課より安野氏へ「香住町の地質調査と化石採集について（回答）」で「調査範囲は国指定名勝香住海岸及び山陰海岸国立公園内であり、留意して調査にあたってくださいよう依頼した。 |
| 8 月 23 日 | 安野氏より現地にて調査結果概要の報告を受ける。 |
| 9 月 13 日 | 新聞報道。 |
| 10 月 12 日 | 足跡化石の対応について町長、教育長、安野氏と協議。 |
| 10 月 13 日 | 記者発表 |
| 10 月 25 日 | 現地説明会について安野氏と協議。 |
| 10 月 26 日 | 滋賀県足跡化石研究会会長岡村喜明氏ら来町、現地説明会開催
250 名を超える見学者が訪れる。 |



現地説明会の様子

平成 16 年（2004 年）

- | | |
|----------|--|
| 4 月 7 日 | 足跡化石の調査を実施するにあたり足跡化石調査委員会を設置する。 |
| 4 月 11 日 | 第 1 回足跡化石調査委員会開催、午前中、現地を視察する。午後、委嘱状を交付し、赤木三郎氏を委員長として選出する。今後の調査日程及び方法の協議。 |

- 4月15,16日 下浜地点地形測量。
- 4月30日 下浜地点、調査準備開始。ボランティアの方と足跡化石のまわりの砂やごみを掃除する。ボランティア参加者3名。
- 5月1日 下浜地点、調査準備。前日の作業の続き。午前中にある程度終了し、正午頃にラジコンヘリにて空中写真撮影を行う。
- 5月2日 下浜地点第1次調査開始。ボランティアの参加者39名。4班にわけ、調査委員が班長として調査にあたる。足跡の精査と測量、実測を行った。調査後、ミーティング。作業の進捗状況、確認した足跡の数、記録方法、今後の予定などについて協議する。
- 5月3日 雨の予報によりボランティア作業中止、京都より4名参加。結局、雨は降らず前日の作業の続きを行う。
- 5月4日 雨天により現場作業中止。午前中はボランティア事前申込者に対して香住町中央公民館視聴覚室にて、足跡化石説明会を実施する。参加者6名。午後より、境地点の足跡化石を調査委員のみで調査を行う。
- 5月5日 5月2,3日で記録した図面などの確認。写真撮影。歯科用印象材による型取りなどを行う。午後になると、満潮で足跡が水没したため、予定していた作業をすべて終わらせることができなかった。
- 5月15,16日 下浜地点第2次調査（地質調査）。赤木委員長、安野委員。



- 5月29,30日 町内地質調査。安野委員。
- 6月19日 海岸の露頭を船より観察。赤木委員長、安野委員、三枝委員。
- 6月20日 第2回足跡化石調査委員会、調査経過報告、報告書についての協議。
- 7月24,25日 町内地質調査。安野委員。北但層群化石研究会、三木武行氏、谷口正夫氏、中島健氏、工藤智己氏参加で町内の化石産地にてサンプルを採集する。
- 8月4,5日 町内地質調査。安野委員。
- 8月28,29日 町内地質調査。赤木委員長、安野委員。
- 9月19,20日 足跡化石下浜地点調査。岡村委員。
- 9月25,26日 町内地質調査。安野委員。
- 10月10,11日 足跡化石下浜地点調査、町内地質調査。赤木委員長、岡村委員、安野委員。
- 10月17日 足跡化石下浜地点調査、町内地質調査。赤木委員長、岡村委員、安野委員。
- 10月30,31日 町内地質調査。安野委員。
- 11月14日 足跡化石下浜地点調査、町内地質調査。赤木委員長、岡村委員。
- 11月17日 町内地質調査。赤木委員長。
- 11月23日 町内地質調査。赤木委員長、安野委員。
- 12月19日 第3回足跡化石調査委員会。調査経過報告、報告書についての協議。

平成17年(2005年)

- 3月27日 第4回足跡化石調査委員会。報告書確認。記者発表。



3. 調査の体制

安野氏の足跡化石発見を受けて、香住町では足跡化石を専門的に調査するために学識経験者らによる香住町足跡化石調査委員会を設置し、下記のとおり委員委嘱した。委員長については委員の互選により赤木三郎委員を選出した。

委員長	赤 木 三 郎	鳥取大学名誉教授
委 員	安 野 敏 勝	福井県立高志高等学校教諭
委 員	岡 村 喜 明	滋賀県足跡化石研究会 会長
委 員	高 橋 啓 一	滋賀県立琵琶湖博物館
委 員	三 枝 春 生	兵庫県立人と自然の博物館
顧 問	清 水 忠	香住町教育長
顧 問	西 村 繁	香住町文化財審議会議長
事務局	滝 本 斉	香住町教育委員会社会教育課 課長

また、町内の化石産出地の調査、及び化石サンプルの提供について北但層群化石研究会の北但層群化石研究会、三木武行氏、谷口正夫氏、中島健氏、工藤智己氏に協力を得て行った。

今回の調査にかかわる植物化石については国立科学博物館古生物第1研究室長植村和彦氏、貝化石については豊橋市自然史博物館主幹学芸員松岡敬二氏に分析をお願いし、玉稿を賜った。以上の方々に、厚くお礼申し上げます。

II. 兵庫県北部香住町の第三系層序

安 野 敏 勝

1. はじめに

2003年4月から5月にかけて、香住町の海岸に分布する香住砂岩レキ岩凝灰岩層（池辺，1963：以下香住層）から淡水魚類化石、淡水貝類化石、植物化石と共に哺乳類足跡化石が多数発見された。この化石群集は当時の古生物相、古環境などを研究する上で有意義である（安野，2003a,b）。その後、今回の香住町教育委員会（香住町足跡化石調査委員会）による詳しい化石等の調査が行われることになったが、この地域の地質については大きな課題があった。まず香住層は、中期中新世の北但層群豊岡（累）層に属し、浜坂町から竹野町にかけて存在した化石湖（古浜坂湖）に堆積した地層であるが（池辺，1963）、地層の詳細の分布は示されなかった。この豊岡層は京都府の丹後半島から鳥取県東部にかけて広く分布し、その大部分は海生層から構成される（弘原海・松本，1958：松本・弘原海，1959：兵庫県，1961：池辺ほか，1965：弘原海ほか，1966：石田・久富，1987）。近年これに対して、浜坂東部および網野・久美浜地域の北但層群について、豊岡層を解消した新たな層序区分が示された（山内ほか，1989：永美・山内，1989）。本調査にあたり北但地域の網野町、久美浜町、豊岡市、八鹿町、日高町、竹野町、浜坂町に分布する八鹿（累）層および豊岡層についても予察的な調査を行った。その結果、豊岡層最上部の大岡礫岩層砂岩互層を上位の村岡（累）層の基底層とすることによって、この地域に広く分布する豊岡層そのものは消滅すると考えるに至った。

本調査は時間的に制約を受けていたので、香住層の分布を明らかにすることおよび新たな化石の採集を目的にした調査を行った。その結果、香住地域の第三系（北但層群）について新しい層序区分を行ったのでここに提唱する。初めて明らかになった海生層の存在を除いて、以下に述べるように香住地域の層序は浜坂東部の層序（山内ほか，1989）と整合的である。また海生層の存在により、古浜坂湖は存在しないことが明らかになったので、新たにより限定された古香住湖の存在を提唱する。

本調査にあたり、調査委員会委員長である鳥取大学名誉教授の赤木三郎氏には幾度も共に現地調査および地質の検討をしていただいた。兵庫県立八鹿高等学校教諭の三木武行氏には八鹿町を中心とする北但層群の巡検案内をしていただいた。同和田山高等学校教諭の谷口正夫氏には所有する貝・植物化石を検討させていただいた。両先生を含む北但層群化石研究会の先生方には植物化石採集に御尽力いただいた。また今回の調査等で採集された化石のうち、植物化石は国立科学博物館第一古生物研究室長の植村和彦氏、貝類化石は豊橋自然史博物館主幹学芸員の松岡敬二氏に研究をお願いし、その結果はいずれも本報告書に記載していただいている。香住町教育委員会社会教育課長・中央公民館長の滝本 斉氏および同課の石松 崇氏には現地調査の際に多大な御支援をいただいた。ここに以上の方々に深く感謝申し上げる。

2. 地質概説

香住町を含む北但地域には、先第三系（花崗岩類、矢田川層群、中生界、古生界）を基盤とする中新世の北但層群が広く分布し、これは下部から順に高柳（累）層、八鹿層、豊岡層、村岡層に区分され、八鹿層と豊岡層は不整合関係にある（弘原海・松本，1958：松本・弘原海，1959：

兵庫県，1961：池辺ほか，1965：弘原海ほか，1966：石田・久富，1987）。これらの研究では、香住町付近にはいずれも豊岡層（辻礫岩層、香住層、瀬戸火山岩層、河江火山岩層）が分布しているが、本調査により従来の層序には混乱があり調査地域内の第三系（北但層群）はすべて八鹿層に含められるべきものであることが明らかになった。香住層の層序について述べるにはどうしてもこの層序の混乱に触れねばならない。

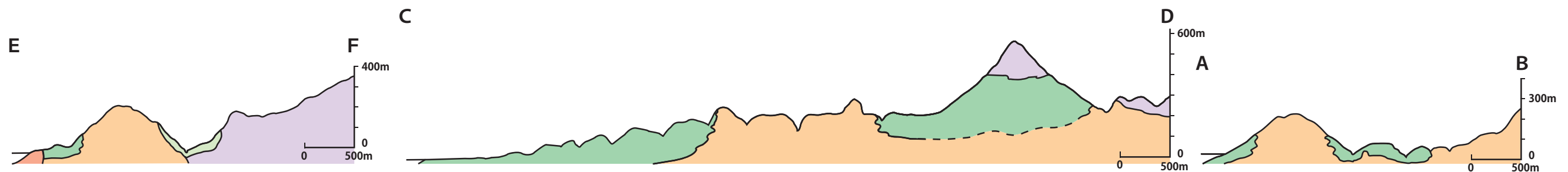
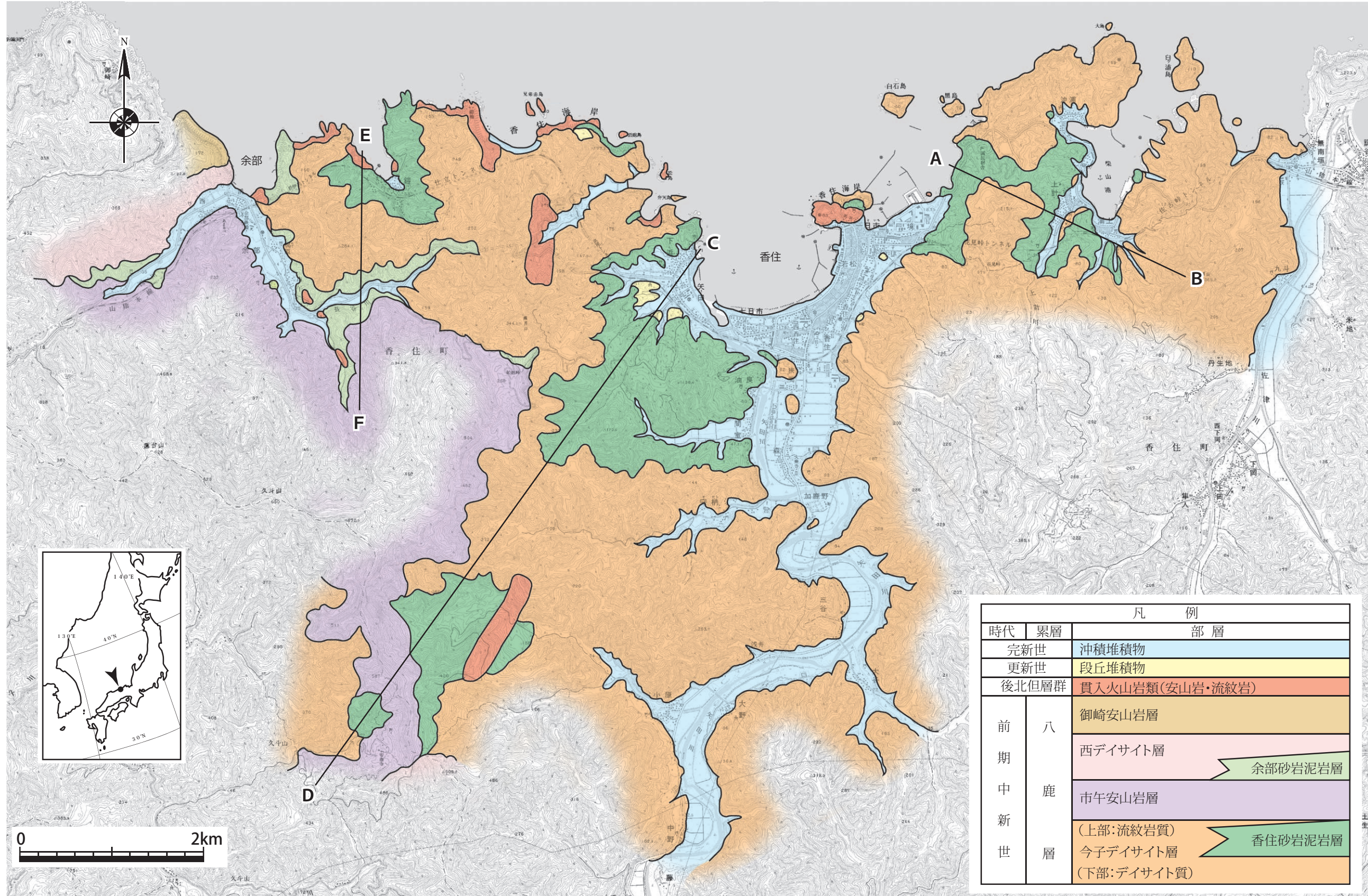
上述のように香住町外での豊岡層、とくに模式地である豊岡市辻付近から日高町および竹野町にかけての地域で辻礫岩層を主に調査したところ、いわゆる辻礫岩層中に何層もデイサイト層（溶岩およびその火砕岩類）が夾在している。このデイサイト層は瀬戸火山岩層に属するものである。露頭規模では礫岩層と火山岩層の岩相区分は可能であるが、広範な地域での辻礫岩層と瀬戸火山岩層は明確に層位学的に区分をできるものではなく、両者は繰り返されている岩相であり辻礫岩層は単独の地層としては存在していない。またこのデイサイト層は、角閃石を含み安山岩質な下部から上部のやや流紋岩質のものへ、同時に側方へも岩相および層厚が大きく変化している。これまで辻礫岩層とされたものは、通常の河川性堆積物としての礫岩層とは異なり、火山活動に関係して形成されたほぼ暗紫色～暗褐色の凝灰岩を基質とする固結度のよい火山円礫岩層であると考えられる。北但地域で広範囲に分布するとされてきた、いわゆる豊岡層辻礫岩層はほぼ火山円礫岩であり後述するようにすべて八鹿層（将来的には本層も見直されるべきと考えられるが、ここではそのまま使用している）に属する。本報告書では従来の辻礫岩層、瀬戸火山岩層、河江流紋岩層は広域にわたって明確に区別されるものではないので、後述のように今子デイサイト層（新称）としてまとめた。

本調査の結果、香住地域の第三系北但層群の層序区分は第1表にまとめられ、地層の分布は第1図（地質図）に示すとおりである。以下にそれぞれの岩相について概説する。

第1表 香住地域の第三系層序および浜坂東部地域との対比

本論文			山内・畠田・古谷（1989）*	
時代	累層	部 層	部 層	累層
前 期 中 新 世	八	御崎安山岩層	上部安山岩層	八
			上部デイサイト層	
	鹿	西デイサイト層	中部安山岩層	鹿
			中部デイサイト層	
		市午安山岩層	礫岩砂岩泥岩層	
			下部安山岩層	
	層	(上部：流紋岩質) 今子デイサイト層 (下部：デイサイト質)	下部デイサイト層	層
			角礫岩層	

(* 右側の浜坂東部の層序表（山内ほか，1989）は原記載に基づいて著者の責任において作成したものである。)



第 1 図 香住地域の第三系地質図
 国土地理院発行 2 万 5 千分の 1 地形図「香住」の一部を使用

(1) 基盤岩類

本調査地域内には、兵庫県北部の地質図（上村ほか，1974）によれば一部に先第三系（花崗岩）の分布が見られる。しかし、これは後述の第三系今子デイサイト層上部で局所的に見られる完晶質の岩相を花崗岩としたもので、ここには先第三系は分布していない。

(2) 北但層群

本調査地域内の北但層群はすべて八鹿層（前期中新世）からなり、下位から今子^{いまご}デイサイト層、香住^{かすみ}砂岩泥岩層、市午^{いちご}安山岩層、余部^{あまのべ}砂岩泥岩層、西^{にし}デイサイト層および御崎^{みさき}安山岩層の6部層から構成される（第1表）。香住砂岩泥岩層は今子デイサイト層中に包含されている。このうち余部砂岩泥岩層は、浜坂地域から竹野地域にかけて分布する北但層群（八鹿層）中で初めて存在が明らかになった海生層である。

①今子^{いまご}デイサイト層（新称）Imago dacite member

定義：本調査地域の第三系の最下部をなす岩相で、最も広い範囲に分布し、概ね下部と上部に区分される。基底部は露出していない。下部は火山円礫岩層を伴う主にデイサイト溶岩およびその火砕岩層から、上部は主に流紋岩質溶岩およびその火砕岩層からなる。一部で両者は同時異相の関係にあり、共に垂直および側方への岩相変化が著しい。

岩相：下部の火山円礫岩層は主に不淘汰の各種火山岩の垂角礫～円礫からなり、まれに巨大角礫を含み、デイサイト溶岩を伴って露出することが多い。露頭規模では従来の辻礫岩層に対比される岩相である。調査地域東部の上計^{あ げ}、沖浦西部から今子西部、白石島などに小分布している。また矢田川西側の守柄^{すから}付近に広く分布する下部は、ときおり微小な角閃石を含む安山岩質の暗紫色を呈するデイサイト溶岩およびその火砕岩層を主体とし、その西方の山地で上部の流紋岩質の岩相に急激に移化する。一般にデイサイト溶岩は流理が発達し、溶岩と溶結凝灰岩の区別が容易でない岩相もしばしば見られる。上部は下部を貫き、また被覆して香住南東部および西部に分布し、よく流紋岩質デイサイト溶岩～流紋岩溶岩には黄鉄鉱の微小な結晶を含み、西部では長石の結晶が目立つ結晶質凝灰岩が発達していることが多い。香住から下岡に至る林道沿いおよび矢田川沿いの浅井付近では、下部を貫く上部が岩頸状の産状の膨厚した流紋岩質の岩体を形成し、その一部は完晶質で肉眼的には花崗閃緑岩に近い。上計南部の小学校付近では下部の火山円礫岩層は上部の流紋岩質軽石凝灰岩層に覆われ、この両者は共に香住砂岩泥岩層に覆われる。下部および上部とも局所的に薄い水成堆積層を夾む。

模式地：下部は今子から沖浦にいたるルートおよび守柄の谷沿いのルート。上部は香住西部の三田浜から南西に位置する庵月山北部にかけてのルート。

構造：海岸地域では全体に緩く西に傾いて広く分布する。また陸域では緩く南に傾斜する傾向がある。後述の香住砂岩泥岩層とは、下浜、今子海岸では主に下部がアバット関係でこれと境界し、柴山の南部では上部の火砕岩層がこれを指交関係で覆う。山内ほか (1989) の下部デイサイト層に対比される。

層厚：最大 150 m 強（下部）。最大 250 m 強（上部）。

②香住砂岩泥岩層（再定義）Kasumi sandstone and mudstone member

定義：本部層は香住砂岩レキ岩凝灰岩層（池辺，1963）をより限定して再定義する。今子デイサイト層中に包含され、哺乳類などの足跡化石および動植物化石を産出する各種の成層したほぼ水

中堆積層からなる。大きく香住—今子^{よろい}、鎧および小原^{こばら}西方の3地域に孤立して分布する（第1図）。砂岩層、泥岩（頁岩）層は全域を通じて類似の岩相を形成する。

岩相：淡水域に堆積した砂岩層、泥岩層、礫岩層、凝灰岩層などの水成堆積層からなる岩相である。全域で砂岩層が優勢で、下部の一部は長石質砂岩層である。分布域に共通する有効な鍵層を見出すことができなかったのもそれぞれの詳細の対比は行っていない。最も広く分布する香住—今子地域では地層は全体に緩く南東傾斜し、本部層の下部が分布する下浜—栃三田では黒色頁岩層および何枚かの礫岩層が特徴的であり、長さ数mの太い木材化石を伴うこともある。一部の礫岩層の底面にはソールマークが発達することがあり、下浜で従来大型の漣痕化石とされてきたものはこれである。境^{さかえ}漁港南方には中部にあたる凝灰質泥岩砂岩層が露出し、また矢田川沿いの間室付近では礫岩層が、その西方の谷奥の南部では砂岩層が厚く発達する。上部にあたる凝灰岩を夾む凝灰質泥岩砂岩互層は、今子南東の国民宿舎から山腹の公園にかけて発達し、その一部は層灰岩互層となる。陸域に孤立分布する小原西部では、下部に黒色頁岩層を伴う砂岩泥岩互層、中部に薄い礫岩層、凝灰岩層を夾む砂岩泥岩互層が発達し、上部は一部泥岩互層を伴う厚い砂岩層が優勢である。またこの西側の浜坂町池ヶ平^{いけがなる}では、下部に主にデイサイト質溶岩、安山岩類からなる厚い角礫岩層が発達する。これは崖錐性堆積物あるいは急崖のある陥没地形を急激に埋積したと考えられる岩相で他の地域では見られない特徴である。その上部は凝灰岩角礫岩層から砂岩泥岩層へと急速に岩相が変化する。鎧海岸付近では、東側半島部（通称百層崖）の下部の細かい砂岩互層から上部の鎧漁港の砂岩が優勢な砂岩泥岩互層に岩相が変化する。上部では凝灰岩層を伴い、一部にカレントマーク、コンボリューションラミナが著しく発達する互層がある。

模式地：下部は香住西部の栃三田海岸および下浜海岸。中部は間室からその西方の谷のルート。上部は今子の国民宿舎からその南東の山腹（公園）に至るルート。

構造：最も広く分布する香住—今子地域では全体に緩く南東に傾斜し、香住東部の今子に向かって次第に上位の地層が分布する。下浜では概ね走向はN 50° E（以下偏角は未補正）、傾斜は16° Sである。小原西部では走向はN 10° E～N 20° W、傾斜は5°～12° Eである。鎧海岸では概ね走向はN 70° E、傾斜は10° Nで、北西部に上部の地層が分布する。本部層に限ると、栃三田西部から南西の久斗山（市午南方）を軸とするほぼ北東—南西方向の背斜軸が存在するようである。多くの露頭では本部層は整然と成層した厚い堆積層が露出しており堆積層がそのまま広範に広がるように見えるが、実際の分布は第1図のようにとっても小範囲に限られる。すなわちこれは本部層が今子デイサイト層中に包含されている堆積層であるため、本部層の側方部は多くの場所で今子デイサイト層に急崖をなしてアバットし、あるいは、今子デイサイト層を被覆し、上部は今子デイサイト層に指交関係で覆われるという層位関係に起因する。アバットする関係は主に今子南部の海岸、栃三田海岸、間室南部で、不整合的に重なる関係は香住（岡見公園）、上計南部で、指交関係は柴山南部でほぼ露頭規模で出現する。

層厚：栃三田・下浜～今子：最大200 m（下部：70 m、中部：80 m、上部：50 m）、小原西部・池ヶ平：最大200 m、鎧：最大100m

化石：最近数地点からより足跡化石、コイ科魚類化石、貝化石、植物化石（台島型）、生痕化石など多数の化石が産出し、動物化石はすべて淡水生物からなる。足跡化石およびコイ科魚類化石はその群集組成の豊富さでは日本の前期中新世を代表するものである（安野，2003a,b）。本調査

では新たに化石産地が数地点加えられた。そのうち栃三田（K01）では偶蹄類足跡、カメ類化石、魚類化石などが産出した。化石は上方に粗粒化した砂岩層に重なる砂岩頁岩互層から産出し（第3図）、当時ここが氾濫原あるいは後背湿地に近い環境下にあった可能性が高いことを示唆する。

これは著者が以前に指摘したこととよく一致する。すなわち著者は礫岩層やクロスラミナの著しい粗粒砂岩が存在すること、何層もの足跡化石層が存在することなどから、香住層が堆積した淡水域はたびたび陸上環境下（河床やその周辺の低湿地など）に置かれたと推定した（安野，2003a,b）。

産出化石のうち足跡化石、魚類化石、貝化石、植物化石については、それぞれ本報告書の別項で報告しているのでここでは省くが、産出化石の大分類群の概要は第2表のとおりである。本報告書では全項で統一した産地番号を使用するため、後述の余部砂岩泥岩層も含め、化石産地一覧を第2図に示す。ただし一部産地の化石は未記載である。

第2表 香住砂岩泥岩層・余部砂岩泥岩層産の化石概要

部層	地 点	足跡	ワニ	カメ	魚 類	エビ	ウニ	貝	植物	生痕	備 考
香 住 層	K 0 1	+	—	+	+	+			+		栃三田
	K 0 2				+	+			+		下浜北部
	K 0 3	+								+	下浜（大磯）
	K 0 4	+									下浜漁港南部
	K 0 5								+		狭間
	K 0 6				+	+		+	+		境南部
	K 0 7				+				+		境（国道法面）
	K 0 8	+						+		+	境（松ナワテ）
	K 0 9				+			+	+	+	境（海岸転石の母岩）
	K 1 0		—					+	+		今子（トンネル南）
	K 1 1				+						今子（公園）
	K 1 2				+						沖浦
	K 1 3				+				+		柴山南部
	K 1 4				+						小原西部
	K 1 5			+	+			+	+		
	K 1 6				+			+	+		池ヶ平（林道法面）
	K 1 7									+	鎧港東部
余 部 層	A 0 1				+	+					船越峠
	A 0 2						+			+	余部漁港北部
	A 0 3						+				余部西部

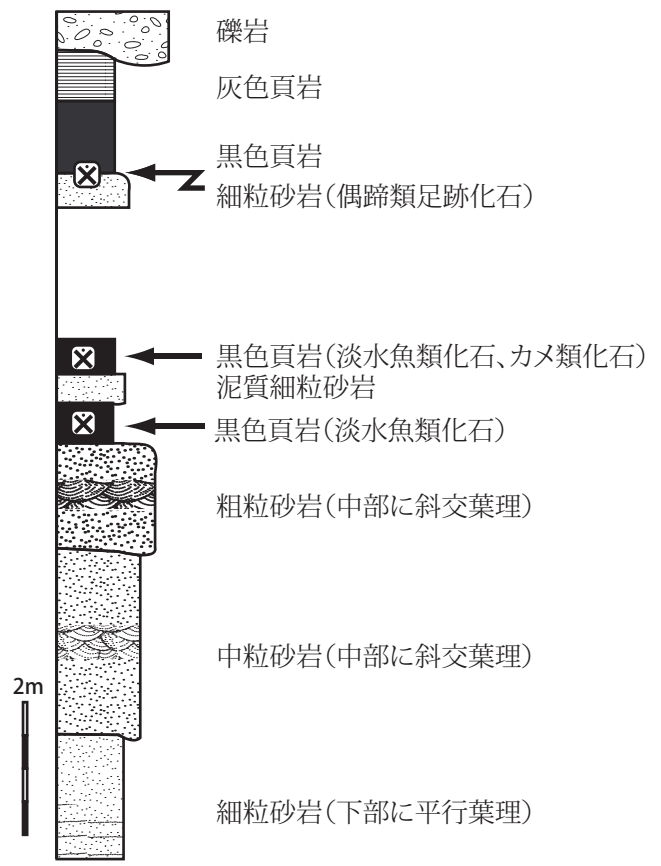
（ワニの—は可能性があることを、魚類の左列はコイ科魚類を、右列はコイ科以外の魚類を示す。）

カメ類化石は背甲板の小破片が、コイ科魚類の咽頭歯化石などと共に、栃三田（K01）および小原西部（K15）からそれぞれ1個体産出した。後者では中部にあたる砂質泥岩からタニシ化石が、その約7 m上位の凝灰質泥岩層から魚類化石が、その12、13 m上位のシルト岩から植物化石が多数産出した。本報告書の植物化石は主にこの産地のものである。栃三田（K01）および今子（K10）から、細長い円錐形で、歯根部から歯冠部付近まで細かい条線構造（あるいは皺状構造）を有する歯化石および骨片化石（1個体）が産出した。これらはワニ類に属する可能性があるが、今のところ確かな分類は未定である。また所属未定の魚類の顎歯の可能性のある鋭い円錐歯が産出した。今子（K11）から上部の凝灰質泥岩砂岩互層（層灰岩）よりキュウリウオ目の魚類化石が産出した。鎧海岸（K17）や境海岸（K08）では泥岩の地層面表面近くを這う比較的大型の生痕化石（直径3cm）が存在する。

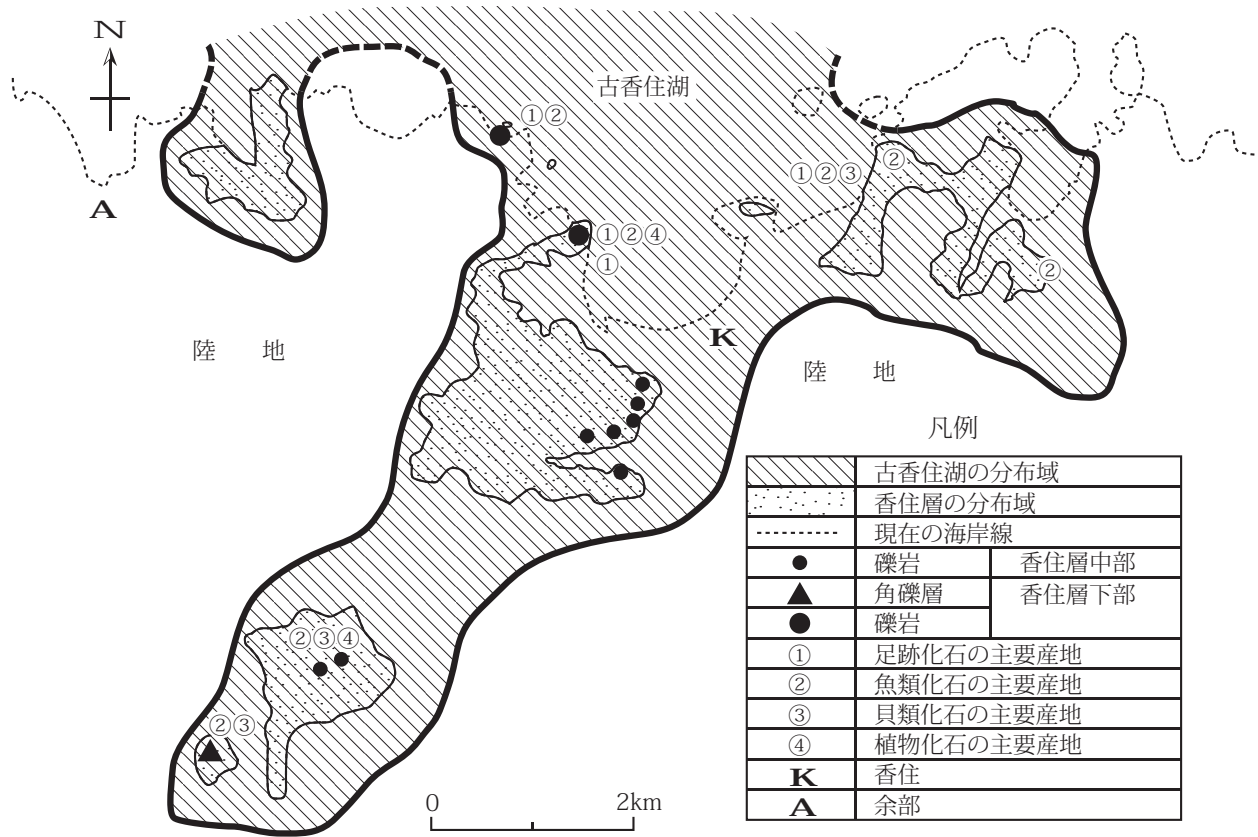


第2図 化石産地図
(産地番号は第2表に従う。)

古香住湖：香住層は第 1 図（地質図）のようにかなり限定された分布をしている。本調査で香住層の分布域および層位関係が明らかになり、また後述する海生層（余部砂岩泥岩層）の存在により古浜坂湖（池辺，1963）の存在が消滅する。そこで改めて香住層が堆積した淡水域である化石湖（古香住湖）の分布域を推定した（第 4 図）。この古香住湖の北部は現在の日本海に向かって拡大していた可能性はあるが、この湖自体はそれほど広大なものではなかったと推定される。現在の日本海沖により大きな湖沼群が存在し、産出したコイ科魚類化石および淡水貝類化石（Yasuno, 1991：安野，2000）から少なくとも北陸地域～北但地域～島半島・隠岐島後地域が水系でつながり、さらに九州北部地域ともつながっていたと考えられる（鵜飼，2003：安野，2003a,b）。礫岩層の分布を見ると、古香住湖の西部あるいは南西部に分布するが東部には見られず、堆積物が大局的には南西方向から供給された可能性があることを示唆する。魚類の項で述べるが、このことは東部の上部層からキュウリウオ目の魚類化石が産出することとも矛盾しない。



第 3 図 栃三田 K 1 7 地点の地質柱状図



第 4 図 古香住湖の分布図

③市午安山岩層 (新称) Ichigo andesite member

定義：市午の西部および南部の山地に分布する安山岩溶岩およびその火砕岩層からなり、今子デイサイト層を不整合に覆う。

岩相：安山岩溶岩その火砕岩層からなり、厚い溶岩が発達する。溶岩は下部で輝石を含み、暗青色～灰青色を呈する。本調査地域外の浜坂町久谷では苦鉄質の輝石安山岩が発達する。上部では一部角閃石微晶を含む。局所的に植物片含む成層した水中堆積層を夾み、それは市午南西の谷（アセビ谷）の奥および船越峠南方の林道沿いに露出する。余部の西南ではこの厚い溶岩が石材となっている。

模式地：市午から南西に延びる谷（アセビ谷）のルート。

構造：場所により走向・傾斜が異なるが、全体に東および北に傾く。今子デイサイト層を斜交するように覆う。池ヶ平～小原西部では今子デイサイト層および香住砂岩泥岩層の両層を覆い、とくに後者を分断して分布する。山内ほか (1989) の下部安山岩に対比される。

層厚：最大 200m

④余部砂岩泥岩層 (新称) Amarube sandstone and mudstone member

定義：余部の海岸北東部、南西の谷沿いに夾長に分布する凝灰岩層を夾む砂岩泥岩互層である。上部では凝灰岩質岩が優勢である。

岩相：下部は砂岩と泥岩が比較的規則的な互層をなすことが多く、とくに海岸北東部では厚さ 2 ～ 30cm の互層が発達する。一部泥質層の互層が船越峠付近に孤立して分布する。市午南部の谷沿いでは上部の凝灰岩を伴う凝灰質砂岩が優勢である。

模式地：余部漁港の北東部海岸（化石産地 A02 周辺）

構造：海岸北東部および現在の谷沿いの細長い地域に分布する。市午火山岩層あるいは一部今子デイサイト層の凹地形に湾入するように分布する。余部西部で走向は N 65°W、傾斜は 12°N で、南部で走向は N 70°W、傾斜は 20°～ 30°N である。海岸部では全体に西側に傾く。西デイサイト層下部と同時異相と考えられる。山内ほか (1989) の礫岩砂岩泥岩層に対比される。

化石：化石は 3 地点から産出し、すべて海生動物化石からなる。船越峠 (A01) の泥岩互層から甲殻類（タラバエビ科ホッコクアカエビに類似の 1 種）および頭部を欠く魚類がそれぞれ 1 個体、余部漁港の北東部 (A02) からブンブクチャガマ類と思われる Spatangoida 目に属する不正形ウニ化石が産出した。海岸部の互層中には下方にのびる生痕が著しい。魚類化石は、背腹両側の鰭（軟条）が尾部に連続し、脊椎骨の太さが尾部に向かって漸小化したまま尾骨に連続する特徴を有する。恐らくギンポ亜目ゲンゲ科 Zoarcidae の 1 種と考えられる。ウニ化石は、シルト岩～細粒砂岩中にウニ遺体のまわりに粗粒砂を付着した状態のほぼ現地性で一部コロニー状の産状を示し、潰れたノジュール状態で少数個体が産出した。余部西部 (A03) のウニ化石は、著者が以前 (1973 年) に採集していたもので、本調査まで気に掛けていなかった化石であったが海岸部 (A03) での化石採集の契機となった。

化石産出の意義：これまで余部地域の堆積岩層は、香住層と一連の同じ淡水成層であるとして余部地域を中心とする古浜坂湖の分布が描かれ（池辺, 1963）、これは本調査が始まるまで継続していた。しかし、上述したように本部層は海成層であり香住層とは層準も異なるので、このことは古浜坂湖の存在が消滅することを意味し、新たに北但地域の八鹿層上部に一時的な海進があっ

たことが初めて明らかになった。ここではこれを便宜的に余部海進と呼ぶ。余部海進は産出化石および前後の岩相の堆積環境を考慮すると、かなり急速に起こり、水深もやや深かった可能性も考えられる。西隣の浜坂東部地域の八鹿層中部に夾在する堆積層が、今のところ化石の証拠がなく淡水成層とされているが（山内ほか，1989）、今後海生動物化石が発見される可能性がある。詳細の対比はできていないが、少なくとも山陰東部から北陸西部にかけての地域では前期中新世に余部海進と同様の小海進があった証拠がある。すなわち島根県の高浦層上部には汽水環境があり（山内ほか，1980；山内・鈴木，1985）、福井県の糸生層上部には海生環境が存在した（安野，1979,1988）。このように離れた3地域で小海進が確認されたことは、前期中新世の余部海進が一時的ではあるが局所的な現象でなく、西南日本東部の日本海側の広範囲な地域で起こった現象であることを強く示唆する。今後前期中新世の火山岩層についてより詳細な層序区分と対比が行われることによって、西南日本全域において日本海拡大期初期のこの小海進の詳細な動向が明らかにされる。

層厚：最大 80 m

⑤^{にし}西デイサイト層（新称）Nishi dacite member

定義：デイサイト溶岩およびその火砕岩層からなり、西川の北側に分布する岩相である。

岩相：下部の軽石質凝灰岩層が西川河口の海岸北側に分布する。この凝灰岩は西方および上方に、部分的に流理構造が発達したデイサイト溶岩あるいは溶結した凝灰岩に変わる。本調査地の西方の山地に向かって分布は広がると推定される。池ヶ平の南部では、本部層は流紋岩からなり、下位の香住砂岩泥岩層上部を貫いて噴出する。一部の貫入部は岩頸状を呈し、大きさ 2,3mm の自形の高温石英を含む粗面岩質岩相を示す。

模式地：西川河口部の海岸北側。

構造：海岸部では全体に北西側へ傾く。余部南西部（A03 地点の付近）で、市午安山岩層および余部砂岩泥岩層を覆う。山内ほか（1989）の中部デイサイト層に対比される。

層厚：最大 150 m

⑥^{みさき}御崎安山岩層（新称）Misaki andecite member

定義：安山岩およびその火砕岩層からなり、西川河口の海岸北側から御崎地域にかけて分布する。

岩相：輝石安山岩質溶岩が凝灰角礫岩層～火山礫凝灰岩層を伴って繰り返し噴出する。粗粒の火砕岩層が厚く発達する。

模式地：西川河口の海岸北側から御崎地域にかけてのルート。

構造：海岸部では、西デイサイト層の火砕岩層を覆って分布し、全体に西側へ傾く。本調査地域の北西端にわずかに分布するが、その西側の山地に厚く発達するものと推定される。山内ほか（1989）の中部安山岩層に対比される。

層厚：50 m以上

3. 八鹿層の年代

八鹿層の K-Ar 年代としては、安山岩溶岩や岩脈から 17.2Ma（弘原海，1984）、20.2Ma および 19.5Ma（Tunakawa et al, 1983）があり、鹿野（1991）は八鹿層を前期中新世の N1 下部（21-22Ma）に位置づけた。また高安ほか（1992）は山陰－北陸地方を広く検討し、八鹿層を中

新世前期（16.5 ～ 21Ma）とした。最近では丹後半島に分布する八鹿層中の玄武岩質安山岩から、20.2Ma および 19.2Ma が報告された（古山ほか，1997）。これらの年代が測定された安山岩が詳細に本調査地域のどの安山岩に対比できるかは著者にはまだ不明な状況にあるが、以下のような一つの仮説を考えることは可能である。

香住地域の市午安山岩層およびこれに対比される浜坂町の下部安山岩層のいずれの下部にも苦鉄質の輝石安山岩が存在し、両者は八鹿地域の椿色安山岩と岩相が比較的類似することから、これらの火山活動の時期はほぼ同時期である可能性も考えられる。この場合、年代が測定された安山岩がほぼ椿色安山岩に対比されると、香住層の形成年代は安野（2003a）がコイ科魚類化石の研究をもとに指摘した前期中新世（17 ～ 18Ma）よりも古く、安山岩の放射年代より以前になる可能性があり得る。この問題は、将来広域において八鹿層およびその相当層について詳細な層序区分と対比が行われること、狭義には今子デイサイト層と椿色安山岩との層位関係を明らかにすることによって解決できる。

4. おわりに

香住町に分布する第三系北但層群について層序学的調査を行い以下の結果を得た。

- （1）第三系北但層群は、すべて八鹿層（前期中新世）に属し、下位から今子デイサイト層、香住砂岩泥岩層、市午安山岩層、余部砂岩泥岩層、西デイサイト層および御崎安山岩層の6部層に区分される（第1表）。また各部層と浜坂東部地域との層序対比を行った（第1表）。
- （2）香住砂岩泥岩層は、今子デイサイト層に包含されている淡水成層で、足跡化石、カメ類化石、魚類化石、植物化石など豊富な化石を産出し（第2表）、当時香住地域に淡水湖（古香住湖）が存在した（第4図）。
- （3）余部砂岩泥岩層は、ウニ化石などを産出する海生層で、八鹿層中で初めて急速な小海進（余部海進）があったことが明らかになった。この余部海進は少なくとも西南日本東部の広範囲で起こったものと推定される。
- （4）香住層の形成時期は、安野（2003a,b）が示唆した17 ～ 18Maよりも古くなる可能性がある。これは今後の検討課題であるが、層位学的にはまず椿色安山岩と今子デイサイト層の新旧関係が確定することによって解決できる。

引用文献

- 古山克彦・澤田順弘・板谷徹丸・三宅康幸・井上陽一・小滝篤夫, 1997: 近畿北部, 中新世北但層群八鹿累層火山岩の K-Ar 年代・地球科学, 51, (6), 452-457.
- 兵庫県, 1961: 兵庫県地質鉱産図説明書. 61-76.
- 池辺展生, 1963: 但馬海岸地域を中心とする地域の地質について. 日本自然保護協会 (編): 山陰海岸国立公園候補地学術調査報告書. 15-54.
- 池辺展生・弘原海 清・松本 隆, 1965: 北但馬・奥丹後地域の新第三形火山層序. 日本地質学会第 72 年年会見学案内書, 28p.
- 石田志郎・久富邦彦, 1987: 山陰・北陸区. 日本の地質『近畿地方』編集委員会 (編): 日本の地質 6 近畿地方, p.112-119. 共立出版株式会社, 東京.
- 鹿野和彦, 1991, H -3 北但. 鹿野和彦・加藤碩一・柳沢幸夫・吉田史郎 (編): 日本の新生界層序と地史. 地質調査所報告, no.274, 70-71.
- 松本 隆・弘原海 清, 1959: 北但馬地域の新生代構造発達史—近畿西北部の新生界の研究 (その 2). 地質学雑誌, 65, (762), 625-637.
- 永美 章・山内靖喜, 1989: 丹後半島南西部の北但層群. 島根大学地質学研究報告, no.8, 73-82.
- 高安克己・山崎博史・上田哲郎・赤木三郎・松本俊雄・野村律夫・岡田昭明・沢田順弘・山内靖喜・古谷昭彦, 1992: 山陰地方の中新統層序と古地理. 地質学論集, no.37, 97-116.
- Tunakawa H., Kobayashi Y., and Takada A., 1983: K-Ar Ages of dikes in Southwest Japan. *Geochem. Jour.*, 17. 265-268.
- 上村不二雄・坂本 亨・山田直利・猪木幸男, 1979: 20 万分の 1 地質図「鳥取」. 地質調査所
- 鶴飼宏明, 2003: 日本産前期中新世 *Cuneopsis* 属 (Bivalvia: Unionidae) の分類学的研究. 日本古生物学会 2003 年年会予稿集, 70.
- 弘原海 清, 1984: 西南日本白亜紀—第三紀変動. 藤田和夫 (編著): アジアの変動帯, 海文堂, 東京. 257-275.
- 弘原海 清・松本 隆, 1985: 北但馬地域の新生界層序—近畿西北部の新生界の研究 (その 1). 地質学雑誌, 64, (759), 625-637.
- 安野敏勝, 2003a: 近畿北西部および九州西部の下部中新統から産出したコイ科魚類の咽頭歯化石とその意義 (I). 福井市自然史博物館研究報告, no.50, 1-8.
- 安野敏勝, 2003b: 兵庫県北部香住町の中新統から産出した哺乳類足跡化石. 福井市自然史博物館研究報告, no.50, 9-25.
- 山内靖喜・畠田博之・古谷昭彦, 1989: 陥没盆地周辺の基盤中の角礫岩脈—堆積盆地発生期の引張性断裂. 地団研専報, no.36, 161-173.
- 山内靖喜・三梨 昂・山本洋一郎, 1980: 島根半島の中新統. 日本地質学会第 87 年年会見学旅行案内書 第 2 班, 1-39.
- 山内靖喜・鈴木徳行, 1985: 新第三系 2) 島根半島. 島根県地質図説明書編集委員会 (編): 島根の地質, 105-110.

図版 1

Fig. 1 今子デイサイト層下部の凝灰角礫岩

岡見公園東海岸。デイサイト溶岩に伴われ、局所的には火山円礫岩状の岩層を含み、この直上は香住層によって被覆される。以前に瀬戸火山岩層とされていたものである。

Fig. 2 今子デイサイト層下部と上部

矢田川沿いの浅井の採石場。写真右側の暗色の今子デイサイト層下部の安山岩質デイサイト溶岩を上部の流紋岩が貫いて噴出する。流紋岩の一部は完晶で花崗閃緑岩の岩相を示す。

Fig. 3 香住層下部の角礫岩

池ヶ平の K16 地点付近。デイサイト主体の角礫からなる特徴的な岩相で、厚さは 70 m 以上あり、崖錐性堆積物あるいは火山地帯の陥没地形を急速に埋積したものと推定される。これから漸移した砂岩泥岩層から化石が産出した。

Fig. 4 香住層下部の礫岩層

下浜の K02 地点。泥岩層は窪み、礫岩層が突出している。礫岩層の下面にはソールマークが発達する。泥岩層が落下して海岸に散在する転石から化石が産出した。



1



2



3



4

図版 2

Fig. 1 香住層下部の砂岩層

下浜の K04 地点。クロスラミナの発達した砂岩層に薄い泥岩層が夾まれる。多数の足跡化石を産出する化石層がある。

Fig. 2 香住層下部の砂岩泥岩互層

鎧海岸北部（通称百層崖）。砂岩優勢の薄層互層で、リップルマーク、カレントマークが発達する。

Fig. 3 析三田海岸（K01 地点）の大露頭

露頭下部は香住層下部の砂岩層、泥岩層、礫岩層からなり、頂上部は今子デイスイト層の凝灰岩層に漸移する。ここでは香住層は今子デイスイト層とアバットし、写真外手前側の海岸部で今子デイスイト層に覆われる。足跡化石は手前（写真外）の下位の砂岩泥岩層から産出した。



1



2



3

図版 3

Fig. 1 香住層中部の砂岩泥岩層 1

境 (K07 地点付近)。道路工事によって出現した露頭で、粗粒の長石質砂岩層から淘汰不良の砂岩層、泥岩層に急速に岩相変化する。この右側の崖中腹 (写真外) の泥質砂岩層から化石 (植物、魚類骨片) が少数産出した。

Fig. 2 香住層中部の砂岩泥岩層 2

境海岸 (K08 地点)。写真下部の泥質岩を主体とする層から足跡化石、生痕化石が、この上位の粗粒砂岩層から貝類化石が産出した。写真上部の半島部全体が下位の今子デイスイト層下部からなり、香住層はこれにアバットし、かつ写真中央部で今子層を被覆する。



1



2

図版 4

Fig. 1 香住層中部の砂岩泥岩層 3

小原西部 (K15 地点)。露頭最下部からタニシ化石が、最上部近くからコイ科魚類およびカメ背甲板化石が産出した。

Fig. 2 香住層産カメ類の背甲板化石 1

枋三田 (K01 地点)。背甲板背面観。背甲板の厚さは約 4mm、化石の上下長は 13mm である。

Fig. 3 香住層産カメ類の背甲板化石 2

小原 (K15 地点)。左上部分は背甲板遺体の腹面観、右下部分は背甲板印象の背面観である。背甲板の厚さは約 4mm、化石の上下長は 27mm である。

Fig. 4 香住層産ワニ類の可能性のある歯化石 1

枋三田 (K01 地点)。表面に細かい筋状構造のあるかなり溶脱している歯根部の一部。稜と思われる構造 (矢印) がある。詳細の分類は不明。化石の高さは 22mm である。

Fig. 5 香住層産ワニ類の可能性のある歯化石 2

枋三田 (K01 地点)。歯根部の一部で、皺状の構造がある。化石の断面長は 1.5mm である。詳細の分類は不明。

Fig. 6 香住層産ワニ類の可能性のある歯化石 3

今子 (K10 地点)。歯根部の断面。表面に皺がある (写真右下)。化石中央部の歯随部の貫入は低く円頂状である。変形による可能性もあるが、横断面の形状は楕円形で稜があるように見える (矢印)。矢印方向の保存長は 8mm である。詳細の分類は不明。(谷口正夫氏所有)

Fig. 7 余部層産海生魚類化石

前半身を欠く。背腹両鰭が尾部に連続し、脊椎骨が尾部に向い漸小化したまま尾骨に連続する。ギンポ亜目ゲンゲ科 Zoarcidae の 1 種と考えられる。化石 (b) の保存長は 16mm である。a は右が頭部、b は左が頭部である。(谷口正夫氏所有)

Fig. 8 余部層産不正形ウニ化石

余部 (A02 地点)。シルト岩～細粒砂岩中に遺体のまわりに粗粒砂を付着したほぼ現地性でコロニー状の産状をなす。Spatangoida 目 (ブンブクチャガマ類の可能性) の 1 種と思われる。海はやや深かった可能性もある。

Fig. 9 余部層産エビ化石

船越峠 (A01 地点)。シルト岩互層から産出。タラバエビ科ホッコクアカエビに類似。化石の保存長は 47mm である。



1



7



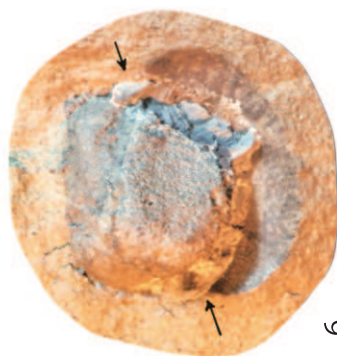
2



3



4



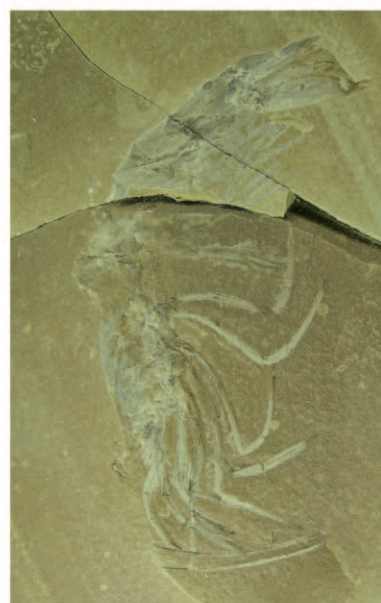
6



5



8



9

Ⅲ. 足跡化石

岡 村 喜 明 高 橋 啓 一 三 枝 春 生

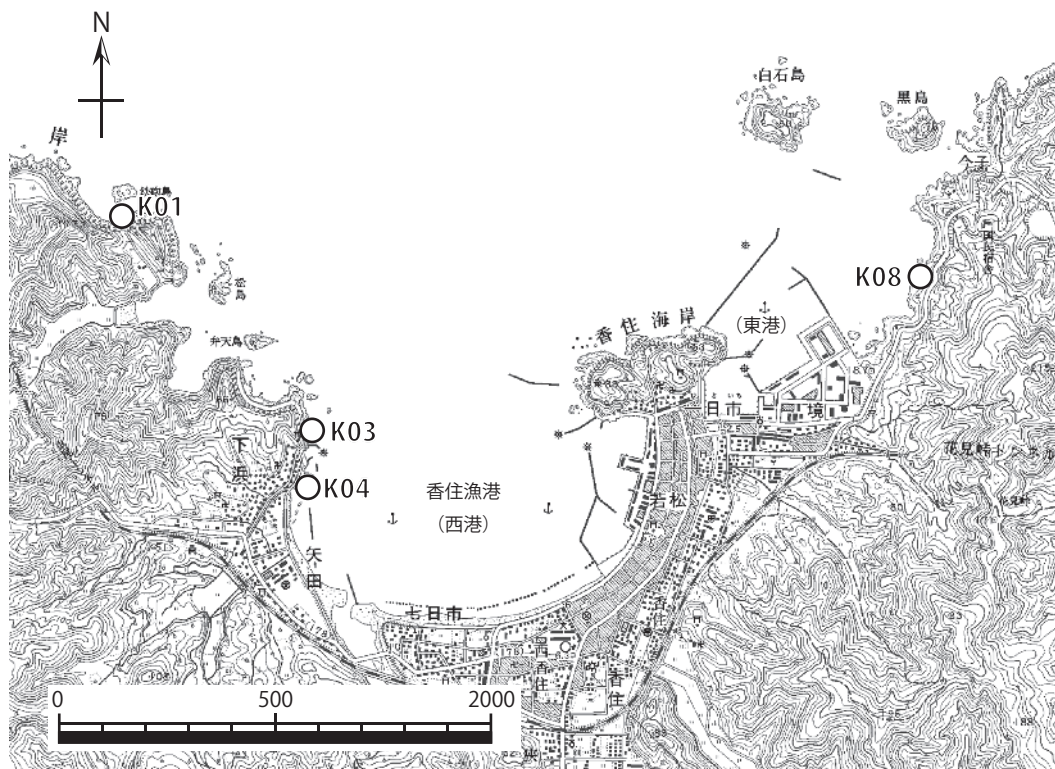
1. はじめに

著者らは平成 15 年（2003）4 月、福井県立高志高等学校教諭の安野敏勝氏によって発見された香住町下浜と、その付近の海岸一帯の足跡化石調査をする機会を与えられ、平成 16 年 4 月下旬～12 月中旬まで香住町教育委員会、地元住民、地元の地学研究者の人たちとともに調査を行った。ここにその結果を報告する。

2. 産地と層準

（1）産地

今回調査した足跡化石産地は 4 カ所である（第 1 図）。下位の層準から説明する。



第 1 図 足跡化石産地（○印が調査をした 4 産地）

とちみた
栃三田（地点番号：K01）

下浜の北西約 1400m、急峻な崖下に砂層、泥層、礫層が分布する。印跡層はごく小範囲の細砂層面で、広さは約 2 × 10m である（第 2a 図）。

おおいそ
大磯（地点番号：K03）

下浜の北方約 200 ～ 300m、礫層、砂層、砂泥互層が東方、海側へ半島状に 7 ～ 8 カ所突出する。印跡層は小範囲の薄い泥層と細砂層面である。（第 2b 図）。

しものほま
下浜（地点番号：K04）

下浜漁港の南、県立香住高校の艇庫の東側に砂層、泥層と砂泥互層が広く分布する。印跡層は

粗粒砂層を除くほぼすべての面で、範囲は約 70 × 30m である。(第 2c 図)。

まつ
松ナワテ (地点番号: K08)

香住町役場の北東約 2400m に北西を向く崖が比較的長く続く。その崖下に広く砂層、泥層、砂泥互層が分布する。印跡層は主に泥層面である (第 2d 図)。



第 2a 図 栃三田の足跡化石産地



第 2b 図 大磯の足跡化石産地



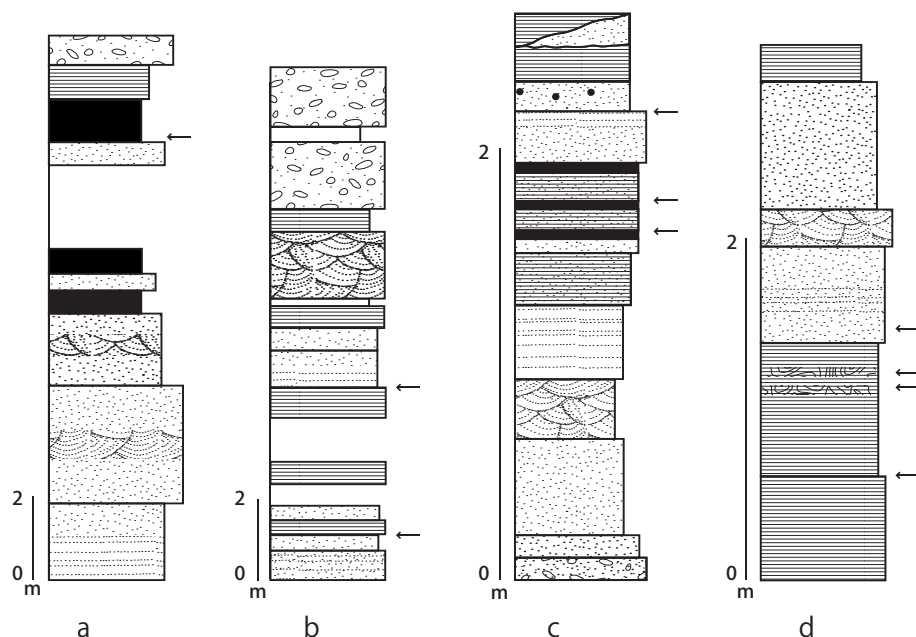
第 2c 図 下浜の足跡化石産地



第 2d 図 松ナワテの足跡化石産地

(2) 層準

各産地の足跡化石がみられた層準は、下の各産地別の模式柱状図に矢印で示したとおりである。栃三田では 1 層準に確認できた (第 3a 図)。大磯では 2 層準以上が確認できたが、水没部分は不



第 3 図 4 産地の模式柱状図 a: 栃三田、b: 大磯、c: 下浜、d: 松ナワテ (矢印は印跡面)
(b,d は安野, 2003 を改描)

詳である（第 3b 図）。下浜では 3 層準に確認できた（第 3c 図）。松ナワテでは 4 層準に確認できた（第 3d 図）。

3. 足跡化石

（1）分布と数

枋三田の印跡層はごく小範囲の細砂層面で数個の足跡化石が確認できた。大磯は全体的には保存がよくない。保存が良好で足跡化石と確認できるものは 10 数個である。重点的に調査した下浜全区の足跡化石の数は、第 1 区：87 個、第 2 区：16 個、第 3 区：55 個、第 4 区：33 個、第 5 区：27 個で、合計 218 個である。松ナワテは常時観察ができる泥層面に多数の足跡化石が確認できるが、波打ち際の観察の困難な地層にも多数の足跡があることがみてとれた（第 1 表）。

第 1 表 4 産地における保存の良好な足跡化石の形態別産出数（①～⑤の形態については、（3）で説明する）

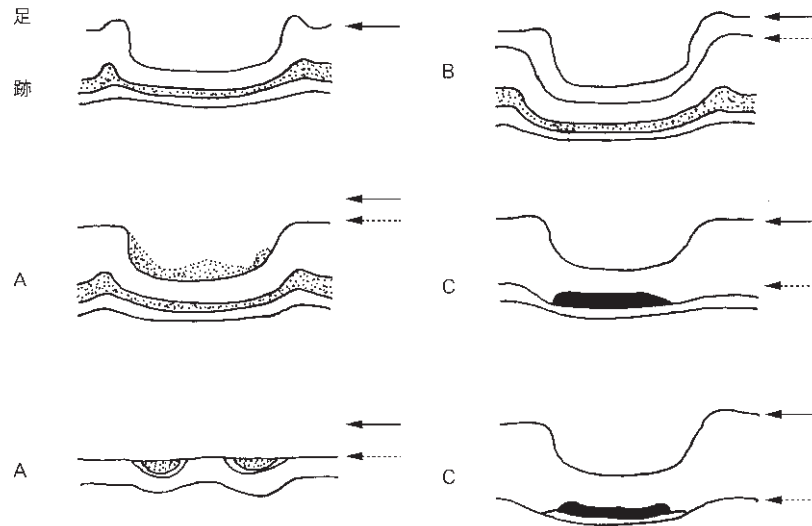
	①円形・楕円形で 前縁・周縁に指印 をもつもの	②3 個の太 い指印をも つもの	③2 個のササ ノハ形の蹄印 をもつもの	④前部に尖った 指爪印をもつも の	⑤十字形・逆 T 字形で細い指 印をもつもの
枋三田	0	0	数個	0	0
大磯	1+	1+	2+	8+	数個
下浜					
第 1 区	4	2	0	0	0
第 2 区	0	0	3	0	0
第 3 区	0	8+	0	0	6+
第 4 区	0	1	9	0	1
第 5 区	0	1+	1+	0	0
松ナワテ	多数	1+	多数	0	11+
合計	多数	14+	多数	8+	20 数個

（2）記録方法

4 産地にみられる足跡化石は、支持基体の性質、印跡時の着き方及び印跡後の侵食と露出後の風化や浸食などによってさまざまな形態のものがみられ、容易に足跡と決定できるものから簡単には判別できないものまであった。そこでそれらを侵食の程度から A、B、C の 3 タイプに分類した（第 4 図）。

タイプ A は、印跡されたのち上位に砂などが流れ込む、その時に足跡はある程度侵食されるが埋積した上位層によって足跡のくぼみが保護されているもの。B タイプは、露出後に上位層と印跡層が侵食されてきて、くぼみとしては確認できるが、本来の足印底ではなくなりつつあるもの。これには部分的に足印底や指跡が残っているものもある。C タイプは、さらに侵食がすすむが、足跡の下位層に荷重がかかり圧縮された層が足印底にほぼ一致して硬く残っているものである。

また、当該地域は国立公園指定区域内にあり足跡の発掘や切り取りが不可能であることや古足跡学的な観点からみて良好なタイプである A、あるいは A タイプに非常に近い B タイプが少なく、いわゆるアンダートラックである侵食が進んだ B タイプ、さらにすすんだ C タイプが大多数を占



第4図 足跡化石のタイプ分け 註：(1) $\leftarrow$ は印跡面。 $\leftarrow - -$ は現在の地層面で、侵食の程度はいろいろである。
(2) 足跡化石のでき方図は、巻末に示す。

めていたことなどのため、記録や解折をするのに必要な足跡化石の選別は、現場での上面観から観察したくぼみの輪郭や足跡の下位層の荷重による圧縮部とそれを取り巻く地層の構造（ラミナ）から判断して行った。

記録方法は、各産地別の足跡化石分布図の作成、写真撮影、密集地や行跡を主としたビニールシートへの写し、また保存良好な標本については歯科用印象材での型取りとその型のエポキシ樹脂による復元を行ったが、潮、波などの状況でこれらすべてを実施できなかった産地もある。

(3) 足跡化石の説明

4産地の比較的良好な足跡化石の形態別産出数は第1表に示したとおりである。また重点的に調査した下浜から産したものの形態別分布は第5図に示したとおりである。この良好な標本について以下に説明する。

①前縁、周縁に先端が尖らず弧状に突出した小さな指印を複数個もつ円形、あるいは楕円形のもの。

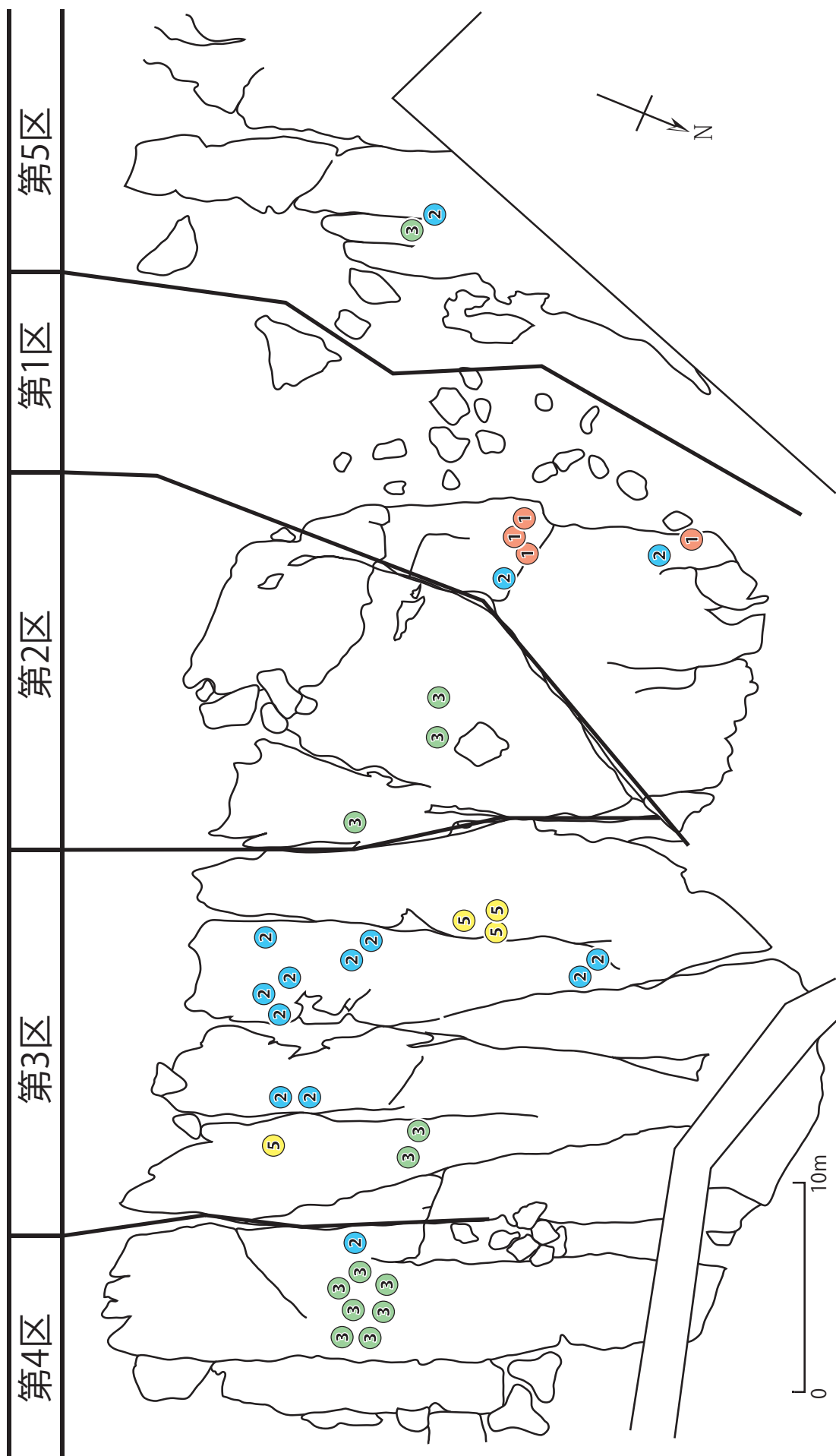
下浜1-①24、下浜1-①75、下浜1-①75'、下浜1-①76、大磯-①1、松ナワテ-①1の6標本。

標本：下浜1-①24

下浜第1区の最北部の青灰色泥質シルト層面に深さ3.5cmの楕円形のくぼみとしてみられた。侵食が著しいCタイプである（第6図）。くぼみの前半部縁から右側縁に6個の小さい弧状の突出あり、後半の辺縁は丸い。足印長は25.0cm、足印幅は21.5cm。左側からそれぞれ6.0、5.0、6.0、5.5、7.5、4.5cmの幅の弧状の突出が6個みられることから重複足印であろう。歯科用印象材で型を取った。この足跡の前後方にはこれにつながる行跡は確認できない。

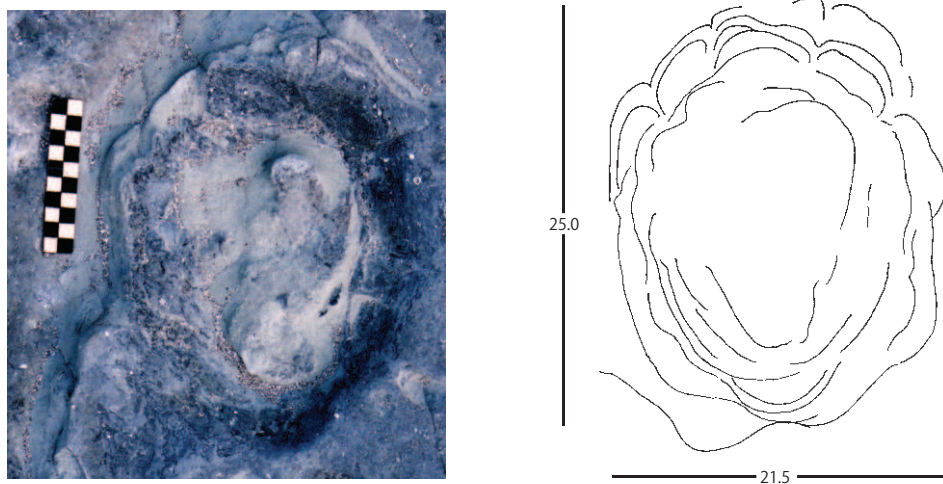
標本：下浜1-①75・下浜1-①75'

下浜第1区の中央部分に分布する砂岩面に薄く板状に残った硬い泥岩で楕円形である。足跡の下位層の荷重面だけが残る周辺部が侵食されたCタイプである。板状の楕円形痕の前縁にはわず

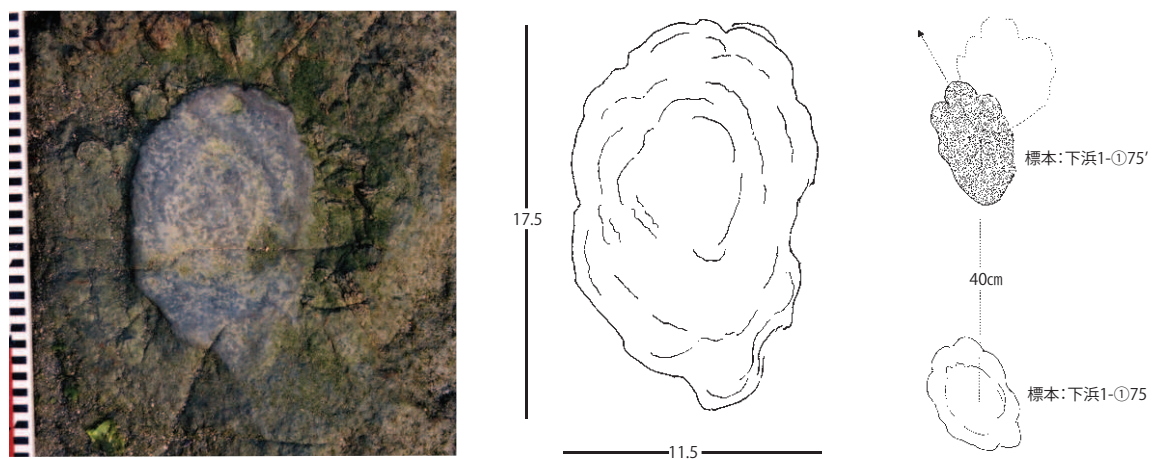


第5図 下浜全区域の保存の良好な足跡化石の形態別分布図

- ①：前縁、周縁が先端が尖らず弧状に突出した小さな指印をもつ円形、あるいは楕円形のもの。
- ②：前方へと内外側から斜め前方へ出る3個の太い指印をもつもの。
- ③：2個のササノハ形の蹄印がV字形やU字形に配列するものと4個の蹄印がH字形に配列するもの。
- ④：前縁に前方に尖った指、あるいは爪印が出る長楕円形や逆三角形のもの（この形態のくぼみは下浜では確認していない）。
- ⑤：3～4個の細い指印をもつ十字形や逆T字形のもの。



第6図 標本:下浜1-①24の上面観(左)とそのスケッチ(右)



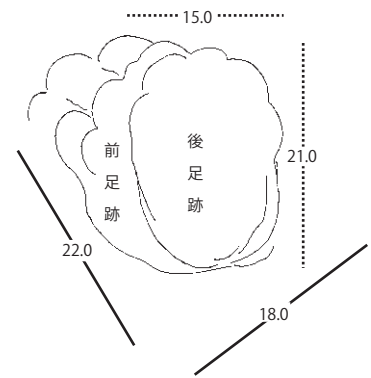
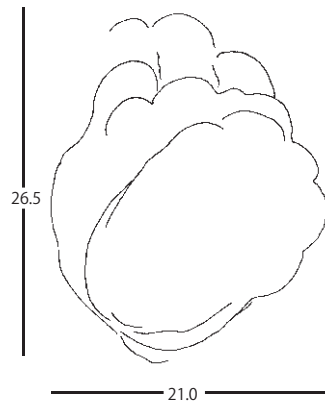
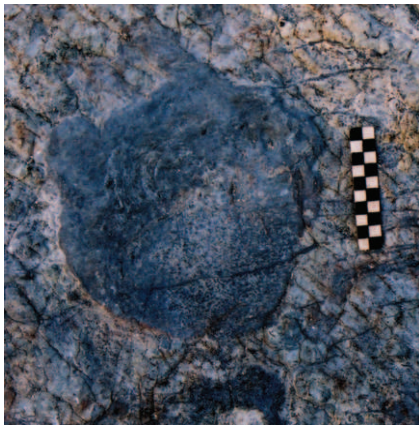
第7図 標本:下浜1-①75の上面観(左)とそのスケッチ(中央) 標本:下浜1-①75'の位置

註: 上図及び以下に示す図中のスケールと計測値の単位は、特記以外すべて cm である。

かに4個の弧状の突出がみられる。この突出の幅は、左側から3.0、4.5、4.5、4.2cmである。後縁に弧状の突出はなく、右後部に小さな突出が1個ある。強く圧縮されたアンダートラックが残ったもので、その足印長は17.5cm、足印幅は11.5cmである(第7図)。歯科用印象材で型を取った。同層面の右前方約40cmに同形でほぼ同じ大きさでBタイプのくぼみ、標本:下浜1-①75'がある。これは同一個体がつけたものか否かは確定できない(第7図右)。

標本:下浜1-①76

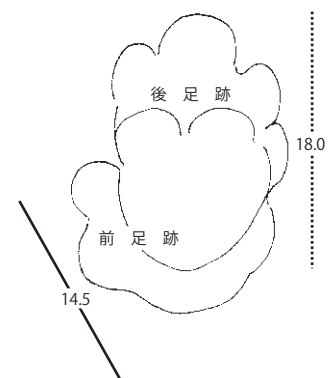
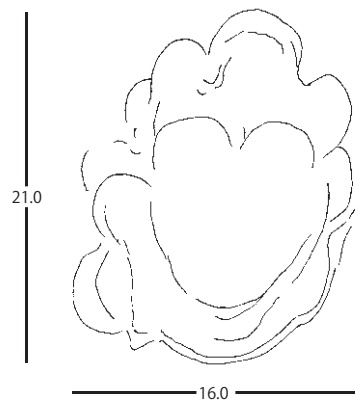
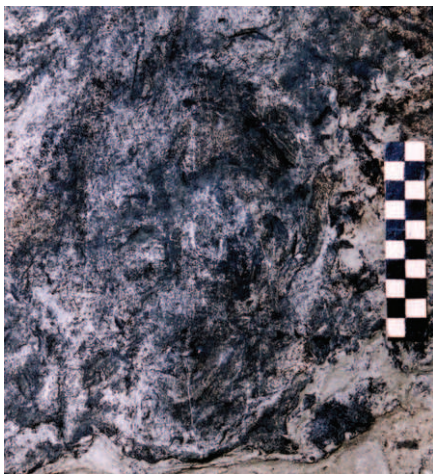
下浜第1区の中央部に分布する砂岩面に薄く板状に残った硬い泥岩で円形である。足跡の下位層の荷重面だけが残る周辺が侵食されたCタイプである。板状の円形痕の前半部に4個の弧状の突出がみられ、それは左前縁に顕著である。足印長は26.5cm、足印幅は21.0cm(第8図)。歯科用印象材で型を取った。それをよく観察すると、この板状痕の中央部右にもう一つ楕円形の荷重痕がみられ、前縁に前方に向かう小さな指印がある。これを図示すると第8図右のようになり、前後重複足印の可能性が高い。推定した前足印長は22.0cm、前足印幅は18.0cm、後足印長は21.0cm、後足印幅は15.0cmである。これにつながる行跡は確認できない。



第8図 標本:下浜1-①76の上面観(左)とそのスケッチ(中央)と推定した前後重複足印の配置と計測値(右)

標本:大磯-①1

大磯にある2層準の印跡層の上位層で、植物片を含む細砂層面に1個のみみられる楕円形、やや隆起して残ったCタイプである(第9図)。前半部と内外側に小さい弧状の突出が6~7個あり、後縁には小さい突出はない。足印長は21.0cm、足印幅は16.0cm。表面の細かい植物片をよく観察すると図右のように円形と楕円形の2個の足跡が重複していることが分かる。これの前部は後足印の前半部、後部は前足印であり、推定した前足印長は14.5cm、前足印幅は15.0cm、後足印長は18.0cm、後足印幅は13.0cmである。これにつながる行跡は確認できない。

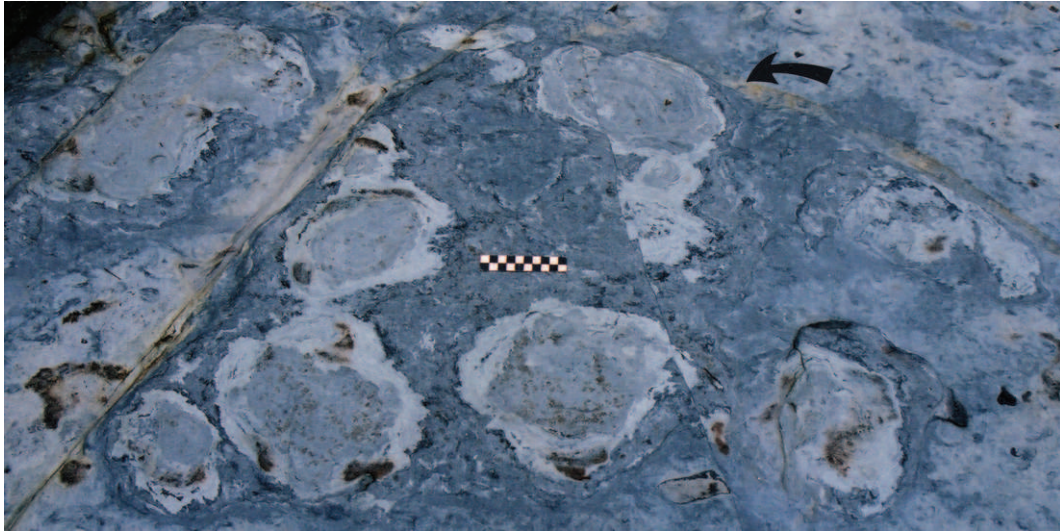


第9図 標本:大磯-①1の上面観(左)とそのスケッチ(中央)と前後重複足印の配置(右)

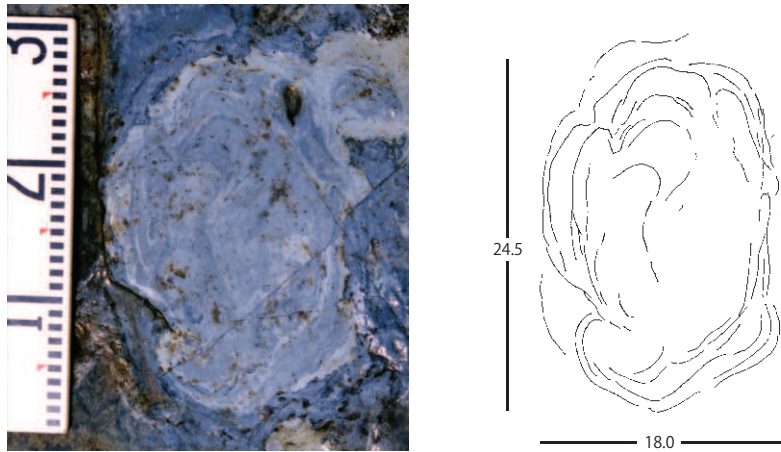
標本:松ナワテ-①1

松ナワテにはほぼ水平の地層が階段状に広く分布し(第2d図参照)、波打ち際から崖麓までに印跡層が4層準確認できる。その最下位と2枚目の印跡層の泥層面には多くの円形、楕円形の白色部分がみられる。それらの内部のラミナはほぼ円形、楕円形、洋梨形、8字形のバウムクーヘン状である(第10図)。これらは青灰色の細砂泥互層を踏んだ大型動物の足跡群であることが近辺の垂直断層とラミナの輪郭の指印から確認できたので、そのうちのひとつを選び説明する。

標本:松ナワテ-①1は第10図の中央上部矢印のものである。その形態は楕円形、前半縁に3個の弧状の突出があり、後縁には小さな2個の突出があるCタイプである(第11図)。足印長は24.5cm、足印幅は18.0cm。内部のラミナをよく観察すると第11図右のように、前部大半の



第 10 図 松ナワテの最下位の印跡層にみられる足跡化石群の一部分 (矢印が松ナワテ① 1)



第 11 図 標本:松ナワテ① 1 の上面観 (左) とそのスケッチ (右)

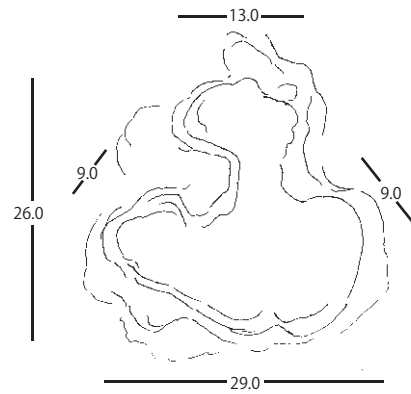
前縁に 3 個の弧状の指印をもつ楕円形の後足印があり、これの最後部にわずかに小さい 2 個の指印が確認できる。これが前足印か否かは判断できない。推定した後足印長は 21.0cm、後足印幅は 15.0cm である。なおこれらの足跡化石群から行跡は確認できない。

②前方へと内外側から斜め前方へ出る 3 個の太い指印をもつもの。

下浜 1－② 26、下浜 1－② 78、下浜 3－② 6、下浜 3－② 8、23)、下浜 3－② 45、下浜 3－② 46、下浜 3－② 47、大磯－② 1 の 8 標本。

標本:下浜 1－② 26

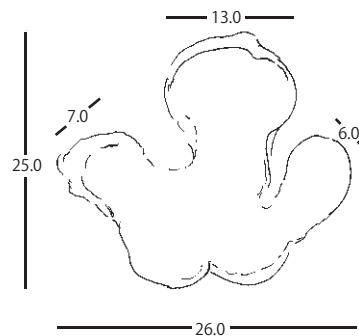
下浜第 1 区の最北部の青灰色シルト層面に浅皿状にみられる侵食の著しい C タイプである (第 12 図)。くぼみの中央部には前方へと内外側から斜め前方へ出る幅広い指印が 3 個圧縮されて残っている錨形である。足印長は 26.0cm、足印幅は 29.0cm。前方を向く指印は先端部が横楕円形で近位部が狭くくびれるキノコ形である。その最大幅は第 12 図右のように 13.0cm。左側の指印もこれとほぼ似た形態で幅は 9.0cm。右側の指印のくびれは顕著でなく、幅は 9.0cm である。歯科用印象材の型は取っていない。またこれにつづく行跡は確認できない。



第 12 図 標本:下浜 1－② 26 の上面観 (左) とそのスケッチ (右)

標本:下浜 1－② 78

下浜第 1 区の中央部に小範囲に分布する泥岩面に 1 個のみみられた。足印内にはなお上位の砂が残るが保存の良好な A タイプである。足跡は第 13 図のように前方へ出る幅広い指印と内外側から斜め前方へ出る 2 個の指印からなる錨形である。足跡の後縁には大きな突出はなく、踵溝印で W 字形である。足印長は 25.0cm、足印幅は 26.0cm。前方を向く指印は幅広く 13.0cm、左側の指印幅は 7.0cm、右側の指印幅は 6.0cm である。歯科用印象材で型を取った。

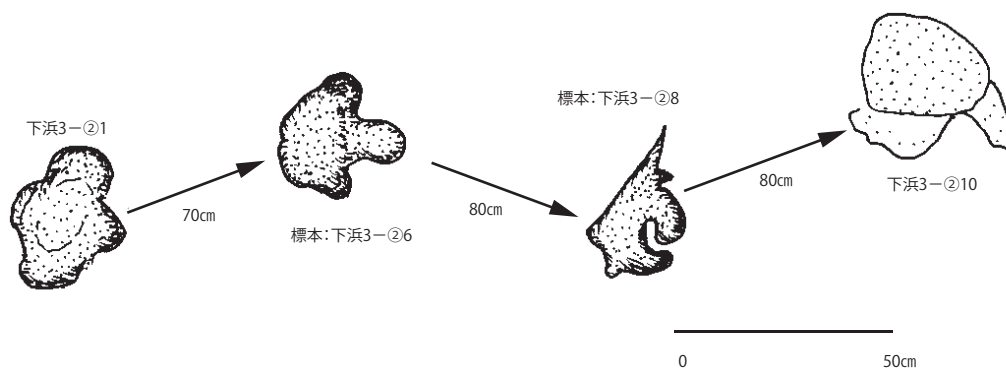


第 13 図 標本:下浜 1－② 78 の上面観 (左) とそのスケッチ (右)

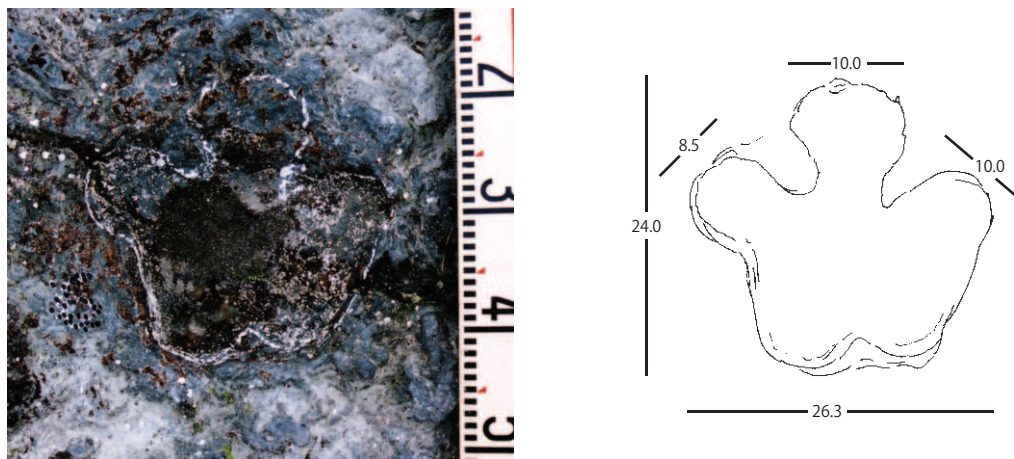
下浜第 3 区の中央部に分布するシルト層面には 6 個の足跡がみられる。そのうち 4 足跡、標本:下浜 3－② 1、3－② 6、3－② 8、③－② 10 の配列は第 14 図に示したように東方から西方へ一直線にはほぼ同間隔で並ぶ。これらは同一個体の行跡の可能性が高い。ここでは保存の良好な標本:下浜 3－② 6、下浜 3－② 8 の 2 標本について説明する。

標本:下浜 3－② 6

前記したようにシルト層面に深さ約 10cm の A タイプとしてみられ、一部にはなお上位の泥層が残る (第 15 図)。足跡の前部と左側には前方へと斜め前方へ向く丸い突出がみられ、右側にはそれらと似るがくびれない突出が斜め前方へ出る。後縁は踵溝印で W 字形が顕著である。第 15 図の右に示したように足印長は 24.0cm、足印幅は 26.3cm。指印の幅は左から 8.5cm、10.0cm、10.0cm である。



第 14 図 下浜第 3 区の中央南部にみられる 4 個の足跡からなる行跡



第 15 図 標本:下浜3-②6の上面観(左)とそのスケッチ(右)

標本:下浜3-②8

これは第 15 図の標本:下浜3-②6 から約 80cm 右前方にみられた A タイプである。第 16 図に示したように上面観では足跡前部と内外側に前方へ出る 3 個の指印がみられる。前標本と異なって強く変形しているので詳細な計測値は省略するが、足印長は 23.5cm、足印幅は 29.0cm である。

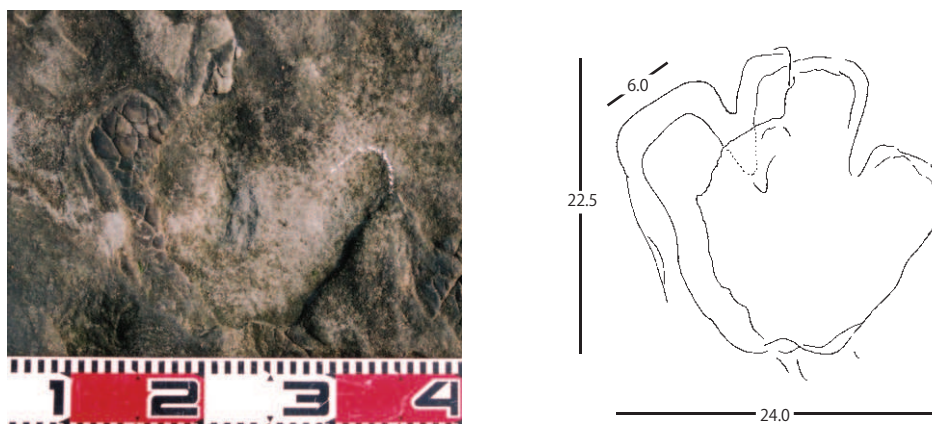


第 16 図 標本:下浜3-②8の上面観(左)とそのスケッチ(右)

標本:下浜3-②45

下浜第 3 区の最北部に分布する細砂岩層面にみられた数個のうちのひとつで、足跡全体は侵食された C タイプである(第 17 図)。3 個の指印のうちの 2 個が確認できることから歯科用印象材

で型を取った。足印長は 22.5cm、足印幅は 24.0cm。左側の指印部は泥層が圧縮されて残存する。その幅は 6.0cm、先端は尖らず角ばっている。前部の指印の一部にも圧縮された泥層が残り、その指印の推定幅は 6.5cm 前後である。右側の指印には泥層がみられず浅くくぼんでいる。そのへこみの推定幅は 5cm 弱である。



第 17 図 標本：下浜 3－② 45 の上面観（左）とそのスケッチ（右）

標本：下浜 3－② 46・下浜 3－② 47

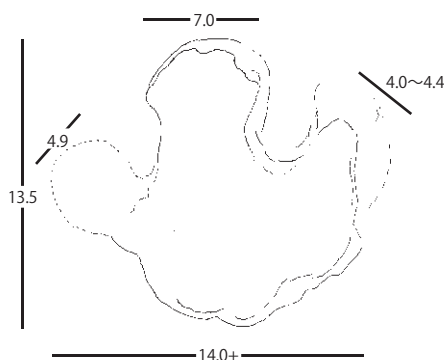
これらは第 3 区の中央東縁部、第 4 区との境に分布する細砂泥層面みられた。ここにはいくつかの侵食されたくぼみが密集している（第 18a 図）。よく観察するとそのうちの 2 足跡の形態が 3 個の指をもつものと考えられたので、それらを歯科用印象材で型を取り復元した。

下浜 3－② 46 は浅皿状にくぼんでいて底部に泥層がみられる。恐らく印跡層である細砂、泥の互層の下位層が圧縮されて残った C タイプであろう。足印長は 13.5cm、足印幅は約 14cm。指印は第 18a 図の中央上部と第 18b 図に示したように前部と右側のものが確認でき、左側の指印は不明瞭である。前方を向く指印の幅は 7.0cm、右側の指印幅は 4.0 ～ 4.4cm である。

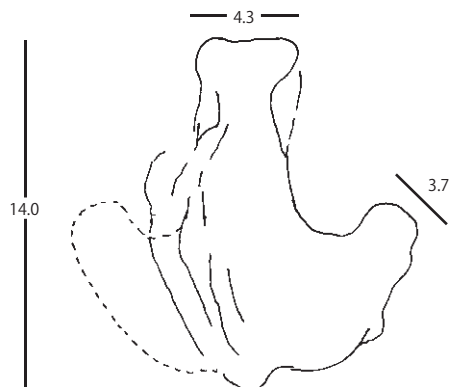
下浜 3－② 47 は釣り針形にくぼんでいて足跡の右半分に相当する。全体が把握できないが B タイプと考えられることから歯科用印象材で型を取り復元した。復元図は第 18c 図に示したように足印長は 14.0cm、足印幅は 15.0 ? cm である。



第 18a 図 標本：下浜 3－② 46（中央上）、3－② 47（中央左下）などが密集しているところ



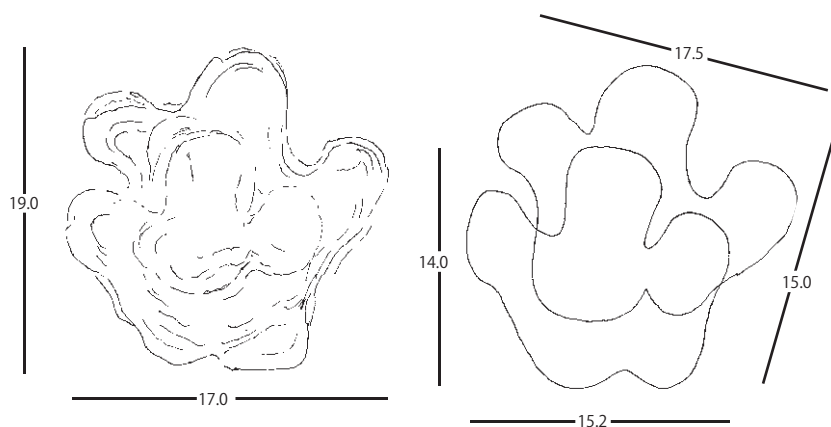
第 18b 図 標本:下浜 3-② 46 のスケッチと計測値 (足印幅は推定指印も加えた値)



第 18c 図 下浜 3-② 47 のスケッチ (足印幅は左の点線部の指印を加えたもの)

標本:大磯-② 1

大磯の砂泥互層の主に細砂層が分布する面に 1 個のみみられた。細かい植物片と少量の泥を含む細砂層に印跡されたのち足跡が侵食され、下位層の圧縮面が残った C タイプである (第 19 図)。よく観察すると細かい植物片のラミナが足印、指印の形態をよく残している。足印長は 19.0cm、足印幅は 17.0cm。前半部の周縁に 4 個の先端が丸い指印が出る。その幅は左側から 3.6cm、4.3cm、5.8cm、4.4cm である。後縁には大きな突出はなく踵溝印で W 字形である。また足跡の中央前部にはかすかに 2 個の指印が、中央後部にはかすかに W 字形のラミナが確認できることから、2 個の同形の足跡が重複したものと考えられる (第 19 図右)。その推定計測値は、前部のものの足印長は 15.0cm、足印幅は 17.5cm、後部のものの足印長は 14.0cm、足印幅は 15.2cm である。



第 19 図 標本:大磯-② 1 の上面観 (左) とそのスケッチ (中央) と前後重複足印の配置 (右)

③ 2 個のササノハ形の蹄印が V 字形や U 字形に配列するものと 4 個の蹄印が H 字形に配列するもの。

下浜 2-③ 8、下浜 2-③ 17、下浜 4-③ 1、4-③ 2、下浜 4-③ 12 と周辺のもの、下浜 5-③ 5、大磯-③ 1、大磯-③ 2、松ナワテ-③ 1、松ナワテ-③ 2、栃三田-③ 1 の 11 標本。

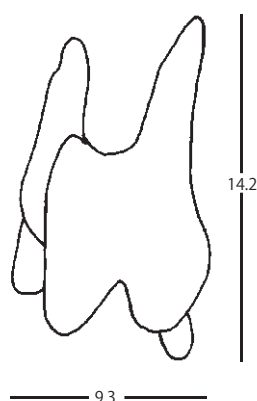
標本:下浜 2-③ 8

下浜第 2 区の中央東部に分布する細砂岩層面に薄い板状に残った硬い泥質で H 字形である (第 20a 図の右)。足跡の下位層の荷重面だけが残る周辺部が侵食された C タイプである。足印長は 14.2cm、足印幅は 9.3cm である。歯科用印象材で型を取った。それをよく観察すると、この足跡

は 1 個の足跡部の 4 個の蹄がついたものではなく、2 個の重複足印であることが分かる。それから推定したそれぞれの 1 個の主蹄印長は 9.2 ～ 9.5cm、足印幅は 7.7 ～ 9.5cm、主蹄印幅は約 3.0cm 前後である。この後方約 34cm のところに同様な産状のものが 1 個あるが（第 20a 図左）、よく観察するとハート形であることと小さいため、これにつながる行跡か否かは確認できない。



第 20a 図 下浜第 2 区の H 字形の足跡（右）、左のものはハート形であるが保存は不良



第 20b 図 標本：下浜 2－③ 8 のスケッチ



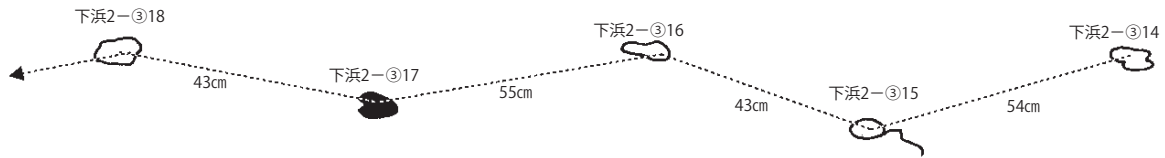
第 21 図 標本：下浜 2－③ 17 の上面観

標本：下浜 2－③ 17

下浜第 2 区の中央部の細砂岩層面にやや隆起してみられた U 字形の足跡である。足跡の周囲は盛りあがっているが、その外部と内部は侵食されてくぼんでいる C タイプである（第 21 図）。足印長は 5.5 ～ 6.0cm、足印幅は 3.5cm くらい。足跡化石としては不良な産状であるが、この前方と後方に 54、43、55、43cm の間隔で 4 ～ 5 個の小隆起がみられることから、これらが同一個体の行跡と考えられるので取りあげた。その全体の配列は第 22 図のようになる。

標本：下浜 4－③ 1・標本：下浜 4－③ 2

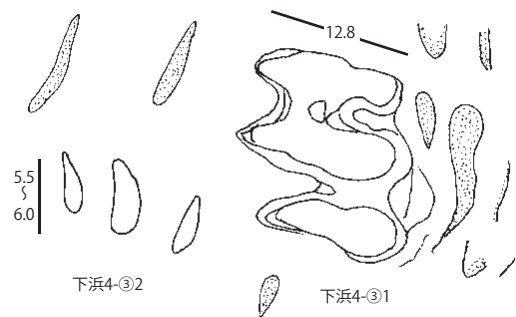
下浜第 4 区の中央部には漣痕がよく発達した泥層が平坦に広く分布する。その一部に川字形のくぼみが近接して 2 個みられる。第 23 図、写真の右方が標本：下浜 4－③ 1 で、左下が標本：下浜 4－③ 2 である。前者は漣痕にほぼ直角に印跡され、足跡内部には細砂が埋積している A タイプである。足跡は 3 個のササノハ形のへこみからなるが、よく観察すると右側（写真、図では



第 22 図 標本：下浜 2－③ 17 と同一の個体によると考えられる行跡とその距離

最上部のもの) の 2 個は 8 字形である。右側と中央の 2 個が長く大きくて内側で互いに連結する。左側(下部のもの) の 1 個はやや短いがすべての幅はほぼ同じである。またこれと中央のものとの連結は不明瞭であるが連結しているようである。足跡周囲の漣痕は印跡により変形していて、特に後方部の漣痕は後方への湾曲が強い。歯科用印象材から復元した樹脂型の観察から蹄印長は右側のものから順に 12.8cm、13.3cm、10.4cm。主蹄印幅は 3.5cm、3.7cm、3.8cm である。

標本：下浜 4－③ 2 は、4－③ 1 の左前方にあり漣痕と平行に印跡されている。第 23 図では分かりやすいように川字形の 3 個の主蹄印内に細砂を入れて撮影したが、足跡は侵食の少ない A タイプである。主蹄印長は 5.5 ～ 6.0cm、1 個の主蹄印幅は 3.2cm であり、4－③ 1 に比べてやや短く太い。これから取った型の足印底の形態から推定した主蹄印長は 5.0cm、主蹄印幅は 1.3 ～ 1.5cm であり、上面観の足印口の大きさに比べて小さい。このことから 2 標本をつけた動物の 1 個の蹄の大きさは、ともに長さが 6.0cm 以下、幅は 1.5cm 以下と推定できる。2 標本とも前後の重複足印であり、これらには副蹄印をみない。この 2 標本につづく行跡は確認できない。

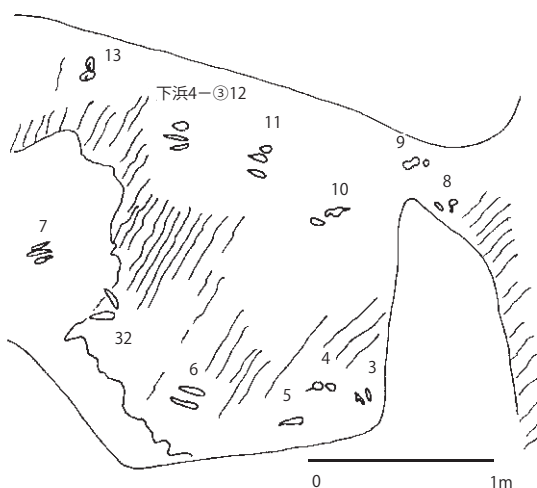


第 23 図 標本：下浜 4－③ 1 と 4－③ 2 の上面観(左) とそのスケッチ(右)

標本：下浜 4－③ 12 とその周辺の足跡

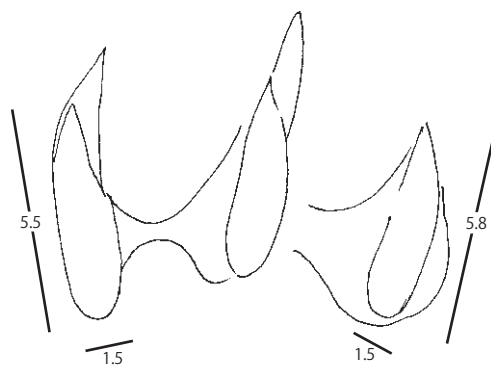
下浜第 4 区の中央東部には漣痕がよく発達した泥層が平坦に広く分布する。その面には第 24 図に示したように 12 個の当該形態のくぼみが点在する。これらは図にみられるように北部側と南部側の 2 カ所にみられる。そのうち標本：下浜 4－③ 12 が最も保存が良好であったので、これについて説明する。

この標本は第 24 図、第 25a 図に示したように漣痕にほぼ直角に 3 個のくぼみとしてみられ、川字形に並ぶ A タイプである。第 25a 図の写真の右側のくぼみは先端がやや尖った楕円形で 3 個のうち最も浅く短い。その主蹄印長は 5.8cm。主蹄印幅は 3.2cm。外側の足印壁は垂直で、内側はゆるやかである。中央部ものとのくぼみが蹄印後部で一部連結する。中央と左側のくぼみは先

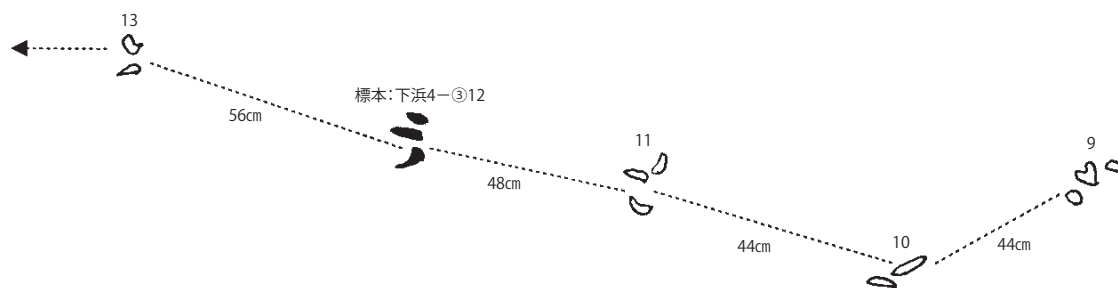


第 24 図 下浜第 4 区の漣痕が発達した面にみられるくぼみの分布（くぼみ周辺の漣痕は省略。数字は標本番号）

端が尖る細長いササノハ形である。その主蹄印長は、2 個ともに 8.0cm。主蹄印幅は 1.7cm。2 個の蹄印の後部でくぼみが一部連結している。このことを図示すると第 25a 図のようになり、この 3 個のくぼみは重複足印である。推定した主蹄印長は 5.5cm、主蹄印幅は約 1.3 ～ 1.5cm である。またこの周辺にみられるこれ以外のくぼみの形態は、着き方に差があるが当標本と類似点が多く、西方、第 24 図の右方から観察すると 1 頭が移動した行跡であることがよく分かる（第 25b 図）。



第 25a 図 標本：下浜 4－③ 12 の上面観（左）とそのスケッチと推定計測値（右）

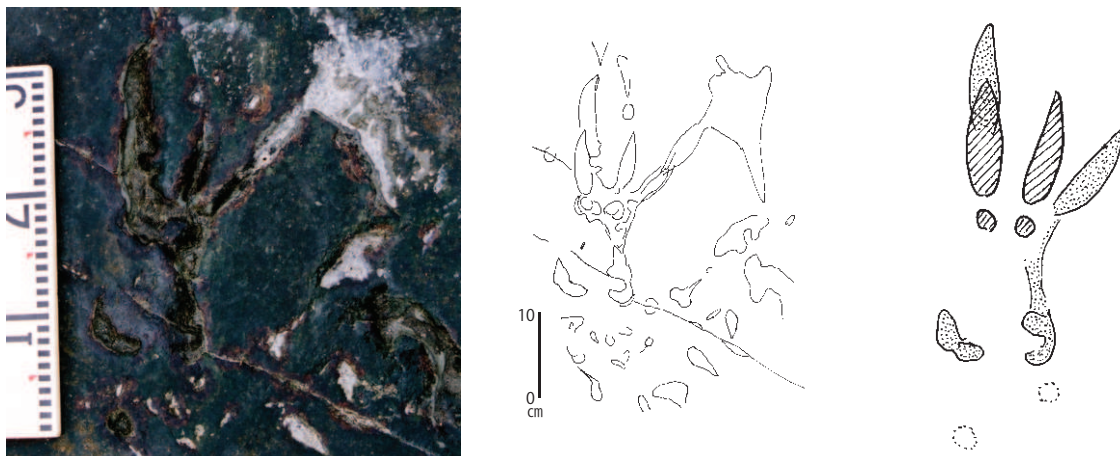


第 25b 図 標本：下浜 4－③ 12 を含む同一個体の行跡とその距離

標本：下浜 5－③ 5

下浜の第 5 区は細砂層と泥層が分布する。その泥層面に約 27 個の足跡と思われるくぼみがみられた。しかし、その保存は良好でなく、また波打ち際にあるので詳細に観察することができなかった。27 個のうち良好な当該形態は 1 個である。これについて説明する。

これは平坦な泥層面に 1 個のみみられ、内部に上位の砂層がわずかに埋積する A タイプである。(第 26 図)。くぼみ全体の形態は H 字形で、前部にササノハ形のくぼみが 3 個放射状に出て、その後部の足印底には 2 個の円形のくぼみがみられる。中央部には、い字形に 2 個の湾曲したくぼみがある。最後部には小型で円形のくぼみが 2 個みられる。最前部のササノハ形のくぼみの長さは、右側のものから 11.5、7.0、13.0cm であり、その幅は 1.8 ～ 2.8cm。中央部のい字形のくぼみの長さは 6.7cm、幅は 1.5 ～ 1.8cm である。最後部の 2 個の円形のくぼみの直径は約 2.0cm である。これらのくぼみの周壁と足印底の形態をよく観察した結果から推定したササノハ形の主蹄印長は 9.0cm、主蹄印幅は 2.0cm である。したがって、これらのくぼみは第 26 図の右に示した斜線と網かけ部のように同一個体の前後足印か否かは断定できないが、2 個の足跡が重複したものである。最前部右側の 1 個のササノハ形のくぼみ(第 26 図中央の右上、H 字形の一部)と最後部の 2 個の円形のくぼみ(第 26 図右の点線部分)は別個体のものであろうと考えられる。



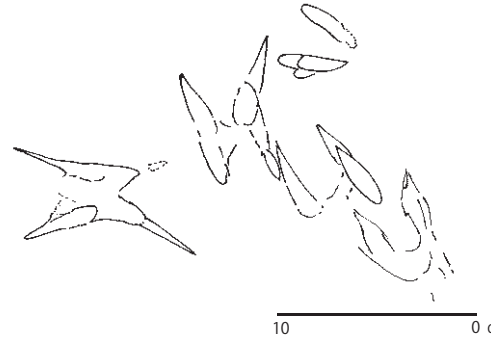
第 26 図 標本：下浜 5－③ 5 の上面観(左)とそのスケッチ(中央)と 2 個の足跡の重なり具合(右)

標本：大磯－③ 1

大磯の砂泥互層のうち主に細砂層面に小範囲に密集してみられた。細かい植物片を含む細砂層に印跡されたのち足跡が侵食され、下位層あるいは足印底の圧縮面が平坦に残った C タイプである。第 27 図に示した 5 個の足跡の上面観はハ字形、H 字形、U 字形で、一方の先端は鋭く尖り、他方は尖るものと丸みを帯びたものがある。影絵のように残る細かい植物片のラミナをよく観察すると細いササノハ形や両錘形の組合せであり、主蹄と副蹄の印であることが分かる。それから描いた第 27 図の右のスケッチから推定した 1 個の主蹄印長は 3.7 ～ 4.5cm、主蹄印幅は 0.8 ～ 1.2cm である。

標本：大磯－③ 2

前標本と同じく大磯産であるが、これは主にシルト層面にみられたもので、細かい植物片が足跡の輪郭を明瞭に残している恐らく A タイプであろう(第 28 図)。この面は徐々に侵食されつつあり、同じ形態のものの産出数は少ない。1 個の主蹄印長は 4.5cm、主蹄印幅は 1.2cm である。



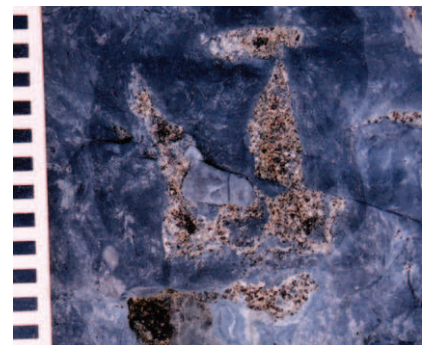
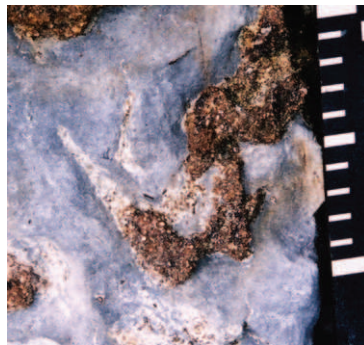
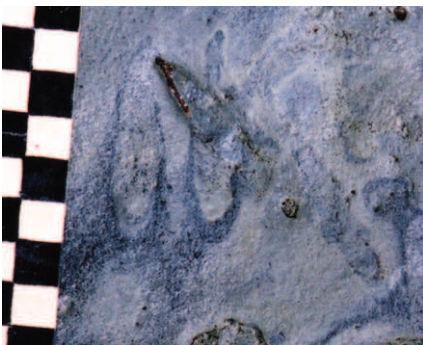
第 27 図 標本：大磯-③1 の上面観（左）とそのスケッチ（右）

標本：松ナワテ-③1、③2

松ナワテには広く砂泥互層が分布する。その 1 層の泥層面に小範囲にみられる。泥層面に印跡され、上位に粗粒砂が埋積した A タイプが多い。足跡の数は比較的多いが、粗粒砂が侵食されてくぼんだもの、なお足跡内に硬く残るもの、その中間的なものがある。ここでは同層準で A タイプのもの 2 個を歯科用印象材で型を取ったので、それをまとめて説明する。

松ナワテ-③1 は第 29a 図に示したように先端が鋭く尖る 2 個のササノハ形の蹄印が V 字形に前方へ出る。主蹄印の後半部で両者は連結する。主蹄印の後縁は丸みを帯び、その後方には印はみられない。よく観察すると 2 個の V 字形の足跡が重複しているらしいが、右前部に他個体の足跡があるために定かでない。この型から推定した 1 個の主蹄印長は 5.0cm、主蹄印幅は 1.3 ～ 1.4cm である。

松ナワテ-③2 は第 29b 図に示したように先端が鋭く尖る 2 個のササノハ形の主蹄印が V 字形に前方へ出る。足跡の後部は、これ以外の足跡が着き、また粗粒砂が残っているために重複足印か否かは定かでない。この型から推定した 1 個の主蹄印長は 5.5cm、主蹄印幅は 1.5cm である。



第 28 図 標本：大磯-③2 の上面観

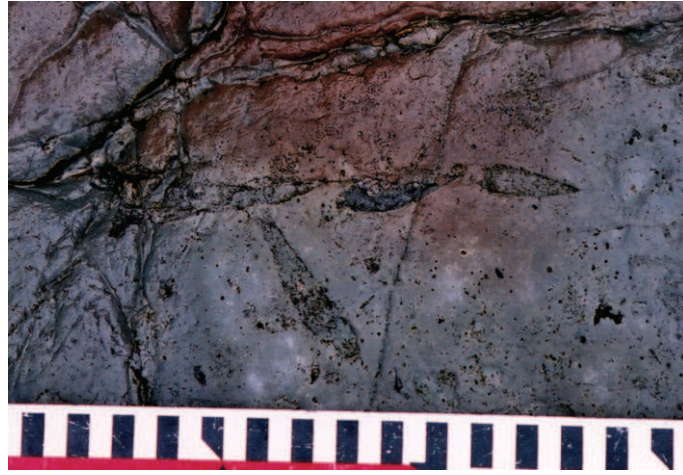
第 29a 図 標本：松ナワテ-③1 の上面観

第 29b 図 標本：松ナワテ-③2 の上面観

標本：栃三田-③1

栃三田に小範囲に分布する泥層面に少数みられたササノハ形の足跡で、第 30 図に示したように印跡層、上位層ともに泥質であるが、わずかな粒子の違いで足跡の輪郭が分かる A タイプである。

図示した部分には 5 ～ 6 個の細く小さいササノハ形の印がみられるが、2 個が V 字形や H 字形の対になっていないので、足跡の全体については詳細には説明できない。1 個の主蹄印長は 2.5 ～ 3.0cm。主蹄印幅は 0.7 ～ 0.8cm である。



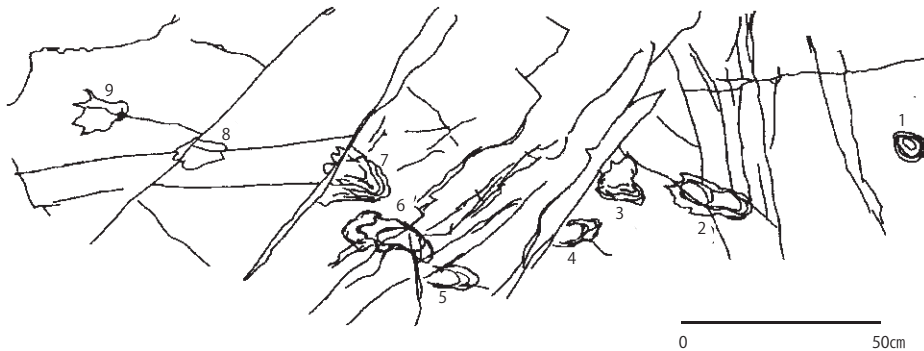
第30図 標本：析三田－③1の上面観

④前縁に前方へ尖った指、あるいは爪印が出る長楕円形や逆三角形のもの。

大磯－④2、大磯－④3、大磯－④7、大磯－④8、大磯－④9の5標本

標本：大磯－④2・④3・④7・④8・④9

大磯の砂泥互層の1層準に第31図に示したような足跡群がみられる。これらは硬い泥質優先の面に印跡されていて、足跡内にシルト層が埋積する。この部分と周辺に9個以上確認でき、形態は円形から長楕円形、逆三角形で、円形のものの以外の前部には先端が尖る指、あるいは爪印とみられる突出がある。印跡面は亀裂が多く走り、その小断層で足跡が破壊されているものが多い。ここでは最も保存が良好で、その形態がよく観察できるものを歯科用印象材で型を取り、その復元型と上面観から良好な大磯－④2、④3、④7、④8、④9の5個を選び出して説明する。



第31図 大磯にみられた9個の足跡群で、うち6個は保存が良好である(数字は標本番号)

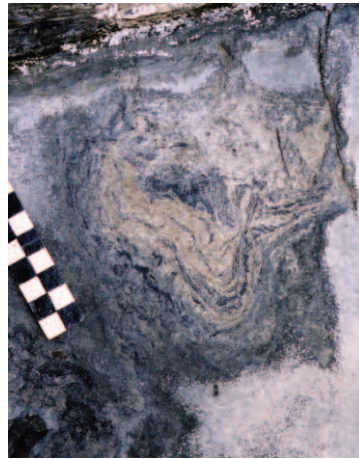
大磯－④2は円形で突出のないくぼみの前方約55cmのところにある長楕円形で、一見ヒトの足形に見える。先端に2～3個のやや尖った突出があり、その左側には尖らない弧状の突出がある。右側縁はほぼ直線で、やや内方へ湾曲する。左側縁はゆるやかな弧を描き突出する。足跡後部はやや細くなり、後壁はV字形に尖る。くぼみの内部に細粒砂が入るAタイプである(第32図)・足印長は24.0cm。足印幅は10.0cmである。

大磯－④3は大磯－④2の前方約25cmのところにある逆三角形のくぼみで、前部の周縁に5個の先端が尖った短い突出がある。後部縁には鈍で尖らない突出が1個みられる。全体の形態はカエデ葉形で、くぼみの内部には細粒砂と細かい植物片が年輪状に輪をつくっているAタイプである(第33図)。足印長は15.0cm。足印幅は14.0cmである。

大磯－④ 7は大磯－④ 3の前方約 73cm のところにあるが、この間には第 31 図に示したように大磯－④ 4、5、6 のくぼみがある。しかし、これら 3 個、あるいはそれ以上あるらしいくぼみは付近に多い亀裂のために破壊されていて、くぼみの全体像を把握できないので省略する。くぼみの前縁には 4 ～ 5 個の先端が尖る短い突出がある。右側縁には小さな半円形の突出が 1 個、左側縁には突出はなく、ややくぼむ直線的である。後縁は丸みを帯びている。くぼみの内部には粗粒砂と細かい植物片が年輪状にみられる A タイプである（第 34 図）。足印長は 20.0cm。足印幅は 11.0cm である。



第 32 図 標本：大磯－④ 2 の
上面観



第 33 図 標本：大磯－④ 3 の上面観
スケッチは第 53 図に示す

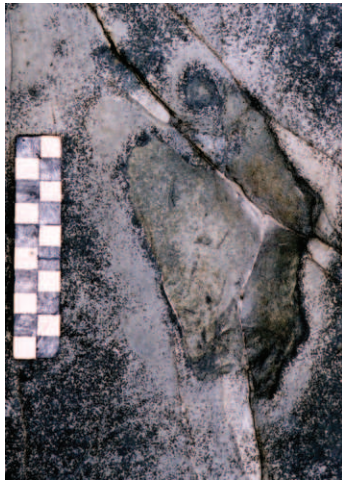


第 34 図 標本：大磯－④ 7 の上
面観

大磯－④ 8 は、大磯－④ 7 の前方約 44cm にある長楕円形のくぼみで、前縁に先が尖らない突出が 2 ～ 3 個、右側縁に小さい突出が 1 個、左側縁は直線的、後縁に 2 ～ 3 個の小さな突出がみられる A タイプである（第 35 図）。その形態は標本：大磯－④ 2 を反転したものとほぼ一致する。くぼみの内部には硬い細粒砂が埋積していて、年輪状のラミナは顕著でない。足印長は 15.4cm。足印幅は 8.5cm である。

大磯－④ 9 は、大磯－④ 8 の右斜め前方約 30cm にある逆二等辺三角形で前縁に 4 個の先端が鋭く尖る突出がある。右側縁は弧状に内側へくぼみ、左側縁は小さな弧状の突出が 1 個みられる。後縁は鈍で丸みを帯びる A タイプである（第 36 図）。くぼみの内部には硬い細粒砂が埋積していて、年輪状のラミナは顕著でない。足印長は 15.7cm。足印幅は 12.0cm である。

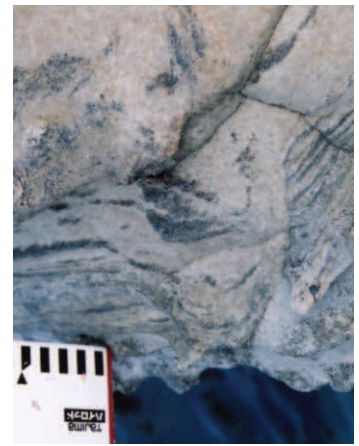
なお、上記のくぼみが足跡化石であると決定した根拠のひとつとして同層準にみられる垂直断面を第 37 図にあげておく。ここは第 31 図の右方、標本：大磯－④ 1 からなお右方、海側へ 2m 離れている。やや粗粒の砂が優勢で細かい植物片層と砂層の互層である。観察するとくぼみは V 字形で深さは約 10cm。印跡層の砂と植物片を含む互層が下部へ湾曲している箇所や鋭く切られたようになっている箇所がある。くぼみの内部は粗粒の砂が埋積していて、印跡層のような植物片を含む層は底部を除いて少ない。この箇所では水平断面や足跡のくぼみがみられないために足印口の形態がどのようなものであるかは不詳である。粗粒砂が優先することから考えると侵食が強く、上記したような良好な足跡ではなくなっていると考えられる。



第 35 図 標本：大磯－④ 8 の
上面観



第 36 図 標本：大磯－④ 9 の上面観
スケッチは第 53 図に示す



第 37 図 同層準にみられる
垂直断面

⑤ 3 ～ 4 個の細い指印をもつ十字形や T 字形のもの。

下浜 3－⑤ 49、下浜 3－⑤ 54、下浜 3－⑤ 55、下浜 4－⑤ 16、大磯－⑤ 1、松ナワテ－

⑤ 1 の 6 標本。

この形態の足跡は、下浜では第 3 区と第 4 区にみられ、特に第 3 区の中央西部には第 38 図に示したように約 8 個が密集している箇所がある。すべてのくぼみの支持基体は泥質シルト層である。そのうちで最も保存の良好な 3 標本を歯科用印象材で型を取り、樹脂で復元した。これらの形態について説明するが、各部位の爪印長を含む計測値についてはまとめて第 2 表をもって後記する。

標本：下浜 3－⑤ 49

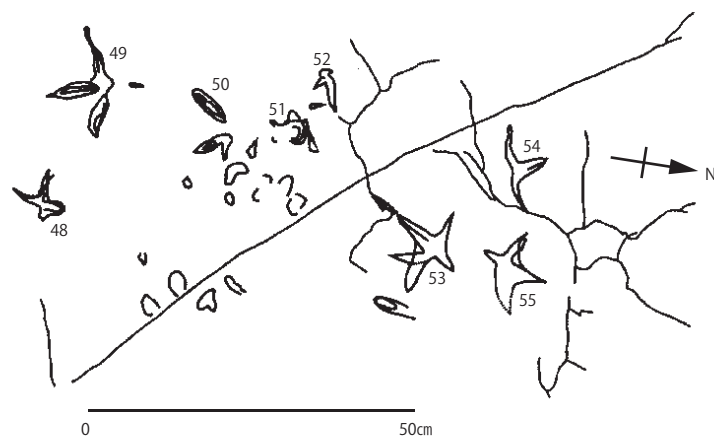
この標本は、第 38 図の左上部のもので、第 39 図に示したように細い指印が十字形に四方へ開いている。前方と左右方に向く 3 個はくぼみの中心から長く出て先端で細くなり尖る。後方に向く 1 個は細く短く、後縁から 2.0cm の間隔をおいて出る。先端は細くなり尖る。指間膜印は右方と前方に向く指印の間にみられ、近位指間膜印である（右図の黒色部）。このくぼみの深さは数 mm と浅いが A タイプである。

標本：下浜 3－⑤ 54

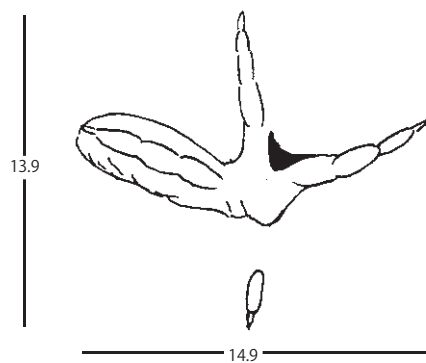
この標本は、第 38 図の右上部のもので、第 40 図写真の左に示したように 3 個の細い指印が逆 T 字形に前方と左右方に向いている。その先端は細くなり尖る。よく観察すると右側の指印の後方には小指頭大の小さなくぼみがあるようにみえるが付近の亀裂のために定かではない。指間膜印は左方と前方に向く指印の間にみられ、近位指間膜印である（右図黒色部）。深さは約 1cm で A タイプである。

標本：下浜 3－⑤ 55

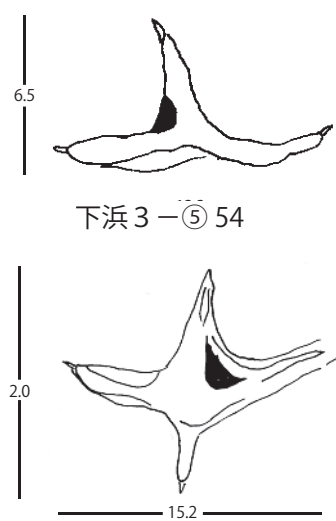
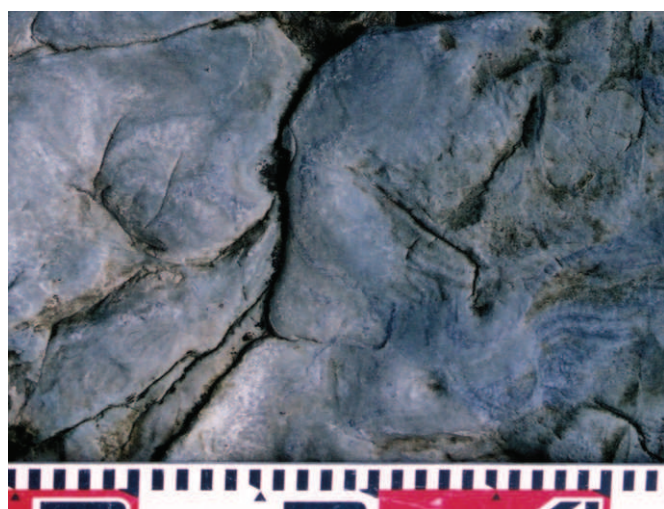
この標本は前標本から約 15cm 離れたところにある。第 40 図写真の右に示したように 4 個の細い指印が十字形に四方に開いている。前方と左右方の 3 個はくぼみの中心から長く出て先端で細くなり尖る。後方に向く 1 個は小さく、後縁とつづいている。4 個の指印の先端はよく観察すると尖る。指間膜印は右方と前方に向く指印の間にみられ、近位指間膜印である（右図の黒色部）。浅いが A タイプと考えられる。



第 38 図 下浜第 3 区にみられた密集の分布図（数字は標本番号）



第 39 図 標本：下浜 3－⑤ 49 の上面観（左）とそのスケッチ（右）黒色部は近位指間膜印
（註：図中の足印長、足印幅の計測値は爪印長を含む。以下同じである）

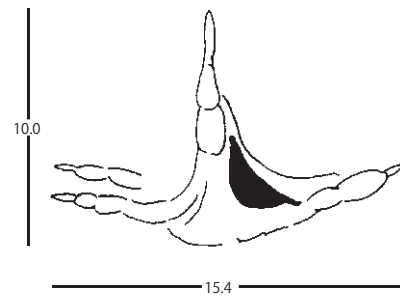


下浜 3－⑤ 54
下浜 3－⑤ 55
黒色部は近位指間膜印

第 40 図 標本：下浜 3－⑤ 54（図の左）と標本：下浜 3－⑤ 55（図の右）の上面観

標本：下浜 4－⑤ 16

下浜第 4 区の中央西部に 1 個のみみられた。第 41 図に示したように細い 1 個の指印が前方へ、2 個の指印が左右やや斜め前方へ出る逆 T 字形である。ともに先端は細く尖る。よく観察すると左方へ出る指印は 2 個確認でき、2 度印跡したことが分かる。後方へ出る指印は確認できない。指間膜印は右方と前方へ出る指印の間にみられ、近位指間膜印である（右図の黒色部）。深さは約 1cm で A タイプである。

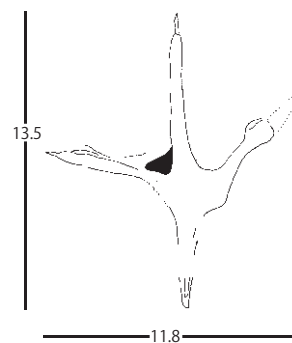


第 41 図 標本：下浜 4－⑤ 16 の上面観（左）とそのスケッチ（右）。黒色部は近位指間膜印

標本：大磯－⑤ 1

大磯には小範囲であるが、この形態をもつものがいくつか確認できた。しかし、それらは断片的で全体像を把握するには不十分であったので、次の 1 標本のみを説明する。

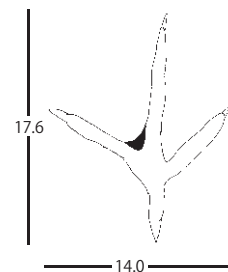
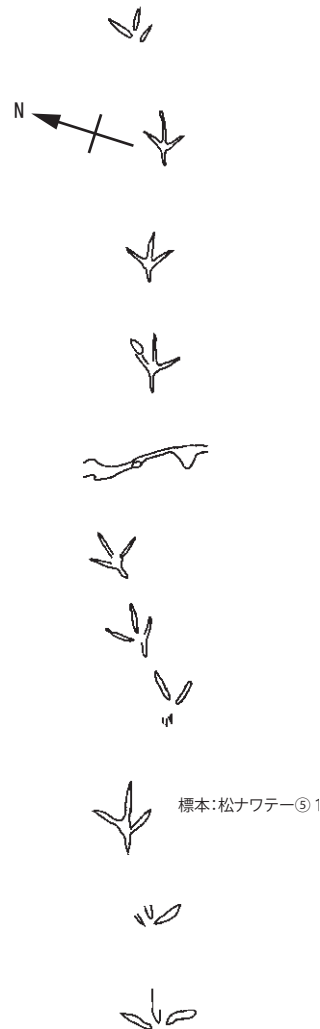
大磯－⑤ 1 は大磯の砂泥互層の主に細かい植物片を含む細砂層が分布する面にみられた。第 42 図に示したように細かい植物片のラミナから観察できるくぼまない C タイプ？である。細い 3 個の指印が前方へと左右斜め前方へ出て、先端は尖る。後部には中央部から一部不明瞭な箇所があるが後方へ先端が尖る指印が出て、全体の形態は十字形である。指間膜印は左方と前方へ出る指印の間にみられる近位指間膜印である（右図の黒色部）。



第 42 図 標本：大磯－⑤ 1 の上面観（左）とそのスケッチ（右）。黒色部は近位指間膜印

松ナワテには青灰色の泥岩が広く分布するが、その泥層の 1 層準にこの形態の足跡を確認した。それは第 43 図に示したように、一部印跡層の亀裂で欠ける箇所があるが 10 個の十字形の足跡がほぼ一直線に配列する。これらは泥層面に印跡されたのち、やや白色の火山灰？を含む泥層が埋

積したために保存されたものであり、水分と乾燥の程度、光線の具合などで観察しにくい時がある。最も良い状況の機会をとらえて白墨で輪郭を描きビニールシートにスケッチした(第 43 図右)。以下に、この 10 個のうち最も保存が良好なもの 1 標本を説明する。



第 44 図 標本：松ナワ
テ⑤ 1 の上面
観（上）とその
スケッチ（下）。
黒色部は近位指
間膜印

第 43 図 松ナワテの泥層面にみられた十字形の足跡群（左）とスケッチ（右）

標本：松ナワテ⑤ 1

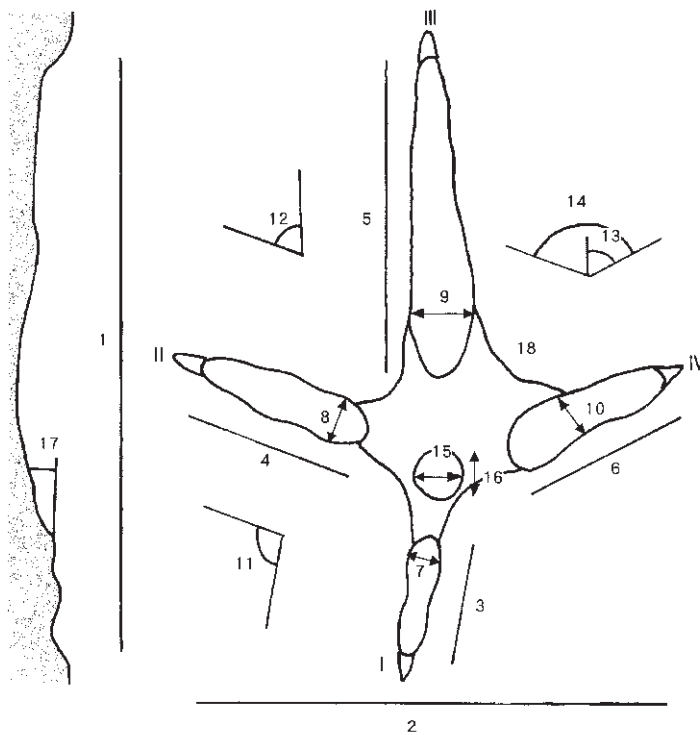
この標本は第 43 図の手前から 3 個目のものである。足跡内に上位層が埋積しているが、印跡層と上位層の性質の違いから足跡の輪郭が明瞭で、表面が平坦な A タイプである（第 44 図）。細く長い 3 個の指印が前方へと左右から斜め前方へ出て先端は尖る。後部には後方へ細く短く尖る指印が出て、全体の形態はほぼ十字形である。指間膜印は左方と前方へ出る指印の間にみられる近位指間膜印である（図の黒色部）。

なお、ここ松ナワテには、これらの足跡群のほかに同形態のものを 1～2 個確認したが亀裂や侵食のために保存不良であり説明は省略する。

以上、ここまで 3～4 個の細い指印をもつ十字形や逆 T 字形のもの 6 標本について説明をした。次に、これらの各部位の計測値を一括して第 2 表に記す。計測部位は第 45 図に従った。

第2表 6標本の各部位の計測値（爪印を含む、mm）

計測 番号	計測部位	標				本	
		下浜 3-49	下浜 3-54	下浜 3-55	下浜 4-16	大磯 -1	松ナワテ -1
1	足印長	139	65	120	100	135	176
2	足印幅	149	123	152	154	118	140
3	第1指印長	44?	-	28	-	43	43±
4	第2指印長	66	55+	60	57±	58±	68
5	第3指印長	57	43+	65±	68	68	107
6	第4指印長	64	49	70±	63±	55	76
7	第1指印幅	7	-	11	-	9	11±
8	第2指印幅	11	11	14?	10	8	14±
9	第3指印幅	10	13±	11?	13	9	12
10	第4指印幅	10	11	10?	10?	6	11
11	第1～2指間角	104	-	110	-	135	123
12	第2～3指間角	62	90	70	82	45	40
13	第3～4指間角	72	68	80	70	75	65
14	第2～4指間角	130	156	150	150?	123	105
15	中足骨印前後径	-	-	-	-	-	-
16	中足骨印左右径	-	-	-	-	-	-
17	第1指印分岐高	?	-	0?	-	0	0
18	第3～4指間の 近位指間膜	ある	ある	ある	ある	ある	ある



- 1 足跡長
- 2 足印幅
- 3 第1指印長
- 4 第2指印長
- 5 第3指印長
- 6 第4指印長
- 7 第1指印幅
- 8 第2指印幅
- 9 第3指印幅
- 10 第4指印幅
- 11 第1～第2指間角
- 12 第2～第3指間角
- 13 第3～第4指間角
- 14 第2～第4指間角
- 15 中足骨印前後径
- 16 中足骨印左右径
- 17 第1指印分岐高
- 18 第3・4指間の近位指間膜

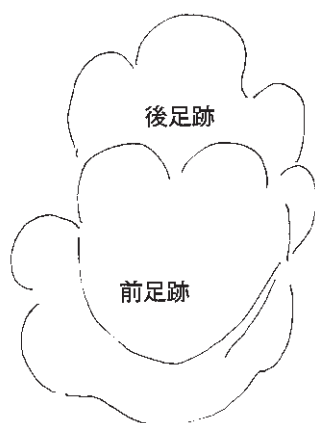
第45図 鳥類の足跡化石の計測部位図（岡村・高橋ほか，1993：岡村，2000）

4. 印跡動物

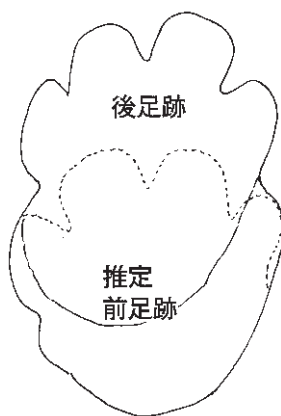
本項では3で説明した①～⑤の形態の足跡化石を印跡した動物種について考察する。

①前縁、周縁に先端が尖らず弧状に突出した小さな指印を複数個もつ円形、あるいは楕円形のもの。

6標本はすべて侵食されているCタイプであるが、ラミナの観察からそれらのいくつかは2個の足跡が重複した重複足印である可能性が高い。この重複足印を構成する2個の単足印は、標本：大磯－①1を例にみると1個の形態は円形、周縁に小さく短く先端が丸い突出が5個でる。他方は楕円形であり、同形の突出が4～5個でる。またこれらの前後長は14.5～18.0cmと大きい(第46a図)。大型でこれに似た形態の足跡をつけるものは、現生種では長鼻類以外には該当がなく、円形のものが前足跡、楕円形のものが後足跡、小さな突出が指爪印に相当するとみなされる。また国内で足跡化石が最も多産する鮮新～更新世・古琵琶湖層群の長鼻類の足跡化石を比較のために第46b図に示すが、これとも上記した点でよく一致する。このように①は長鼻類による印跡と考えられる。



第46a図 標本：大磯－①1のラミナから、前後重複足印であることがわかる



第46b図 鮮新～更新世・古琵琶湖層群産の長鼻類足跡化石のスケッチで、前後の重複足印

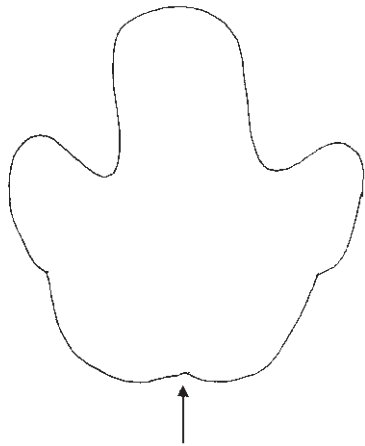
この行跡は4産地すべてで確認できていないので、その複歩長などから体長（ここでは胴長を言う）を推定することはできない。6標本から推定できた後足跡の足印長は17.5～20.0cm。足印幅は11.5～15.0cmである。この後足跡の大きさを現生種アジアゾウと比較すると、生後2ヶ月～1才半までくらい。体重は100～300kgで、幼獣の個体に相当する。

生態については足跡化石からのみでは分らないが、現生種アジアゾウは数頭から10頭以内で構成されたグループで森林に棲み、果実や葉、小枝、茎、樹皮などを食し、河川や湖に水を飲むために往来する生活をしている。当産地では水域であったことからこの生活行動圏内の水域であったと考えられる。

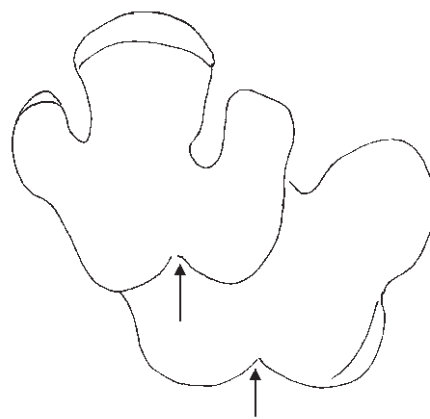
②前方へと内外側から斜め前方へ出る3個の太い指印をもつもの。

8標本のうち最も保存が良好な下浜1－②78と下浜3－②6（第13図と第15図）を詳細に観察すると前部中央の1個の指印が最も太く長く、内外側の2個は小さく短い、計3個の指印をもつ錨形である。また足跡後縁の中央にみられる切れ込みが特徴的である。またこれらの前後長

は 13.5 ～ 26.0cm と大きい。大型でこのような 3 個の指がある足部は奇蹄類のサイ類、あるいはバク類でみられる。現生種のスマトラサイの足跡のスケッチ（第 47a 図）、シロサイの足跡（第 47b 図）、マレーバクの前後足底面（第 47c 図、d 図）から分かるように、サイ類は前後足にそれぞれ 3 個の指をもち、後縁に踵溝の切れ込みがある（矢印）。バク類は前足に 4 個の指を、後足に 3 個の指をもち、後縁に切れ込みが顕著でない。したがって②はサイ類による印跡と考えられる。



a スマトラサイ幼獣足跡のスケッチ



b シロサイ成獣の足跡のスケッチ



c マレーバクの前足底面観

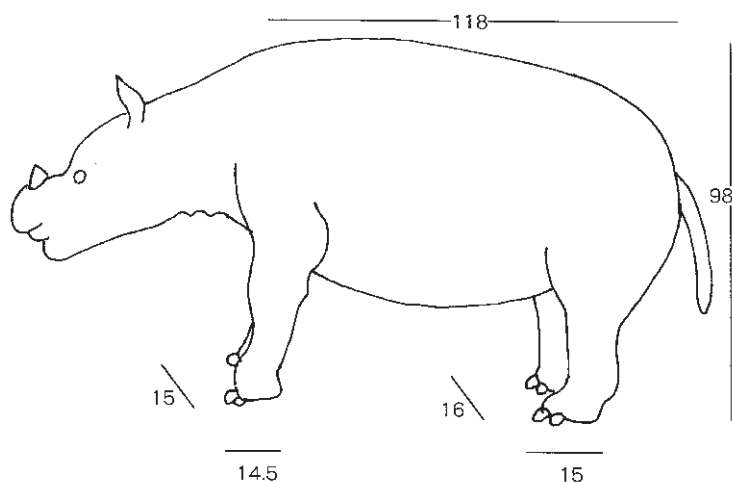


d マレーバクの後足底面観

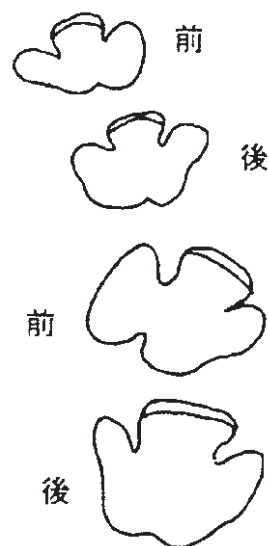
第 47 図 サイ類の足跡スケッチ (a,b), 矢印は踵溝印。マレーバクの足底面観 (c,d)

変形の少ない標本から推定できた単足印の足印長は 14.0cm 前後と 25.0cm 前後、足印幅は 17.5cm 前後と 26.0cm 前後で、大型と小型がある。第 48 図にタイで計測した現生種スマトラサイ（剥製）を示すが、これの前後足底の長さは 15cm 程度で、体長は 118cm であることからみて、小型の足跡を着けたサイ類はこの程度の体格、すなわち体長が 120cm 程度であろう。他方大型のものは第 49 図に示した現生種シロサイの足跡でみると全長は 350cm ～ 400cm（胴長は恐らく 180 ～ 250cm）、体高は 170cm 前後、足底の長さが約 25cm 前後で、この程度の個体に相当する。

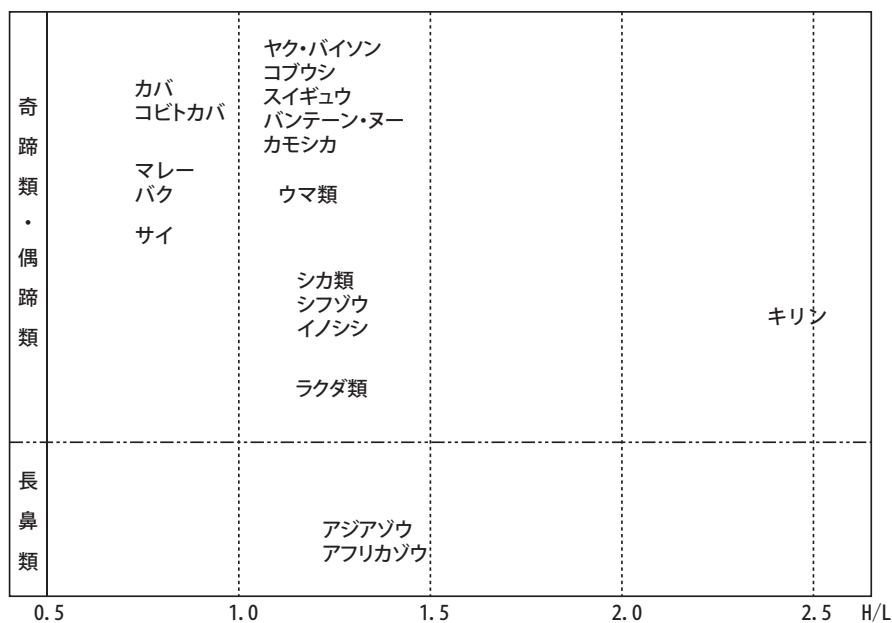
また行跡については、第 50 図に示したように現生種のサイ類は体高と体長の比が 0.8 前後で 1.0 以下である。このような比である胴長短脚のシロサイが歩行したときの行跡をみると後足跡は前足跡の後方に着く。当産地のサイ類は、下浜第 3 区にみられた 1 行跡からみて第 14 図に示したようにほぼ前後足跡が重複し、歩幅が 70.0 ～ 80.0cm、複歩長が約 150cm である。このことは



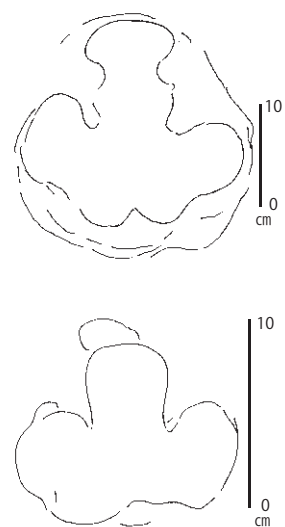
第 48 図 スマトラサイの計測値（バンコク，デュシット動物園・剥製）



第 49 図 シロサイの行跡



第 50 図 現生動物の体高と体長の比率を表した図で、0.5 に近づくとしたがつて胴長短脚になり、2.5 に近づくとしたがつてキリンのように胴短脚長になる



第 51 図 国内産サイ類の足跡化石のスケッチ
上が岐阜県美濃加茂市産、下が福井県越廼村栄崎産

体長が約 150cm でかつ体高もそれに近い値であり胴長短脚ではない可能性がある。標本：大磯② 1 は小型で前後足がほぼ重複する足印であるが行跡が確認できないので詳細は言えない。

国内でのサイ類の足跡化石は、中新世から 3 ヲ所知られている。岐阜県美濃加茂市の木曾川河床、福井県越廼村栄崎の海岸、愛媛県久万高原町上畑野川河床であり、それらは当地のものと形態が酷似する。第 51 図では、前 2 者のスケッチのみを示し、3 産地の写真は巻末の参考資料であげる。

生態については現在東南アジアに生息するスマトラサイは、森林に 1 頭、またはつがいで生活する。泥浴を好み、木の葉、竹、果実などを食べる。インドサイやジャワサイは水浴や泥浴を好み水域の生活にも適していることなどを考えると、当産地が水域であったことと矛盾しない。

③ 2 個のササノハ形の蹄印が V 字形や U 字形に配列するものと 4 個の蹄印が H 字形に配列するもの。

4 産地ともに足跡はほぼ同様の形態であった。この形態をもつ標本で 1 個の主蹄印長と主蹄印幅が正確に計測できるものをいくつか選び出した。計測部位は第 52 図に従った。その結果、主蹄印長と主蹄印幅の比は 1 : 4.0、1 : 4.2、1 : 4.5、1 : 4.6 ~ 1 : 3.7、1 : 3.8 ~ 1 : 3.6、1 : 3.5 ~ 1 : 3.7 であった。

岡村、高橋（2003）は現生 57 種の偶蹄類の蹄部と足跡の形態を分類し考察した結果、主蹄の外縁はゆるやかな弧を描き、内縁は前半部でややへこみ、細い蹄尖が前方を向く、主蹄の最大幅と長さの比が 1 : 2.8 程度のものをササノハ形とし、そのなかで主蹄長が 5cm 前後のものはシカ類、レイヨウ類の多くにみられるとした、またこれよりなお細いヤナギハ形の蹄をもつものは、主蹄長と主蹄幅の比が 1 : 4.2 であり、主蹄長が 5.0cm 前後のものはジャコウジカ類やレイヨウ類に多いとした（巻末の参考資料参照）。

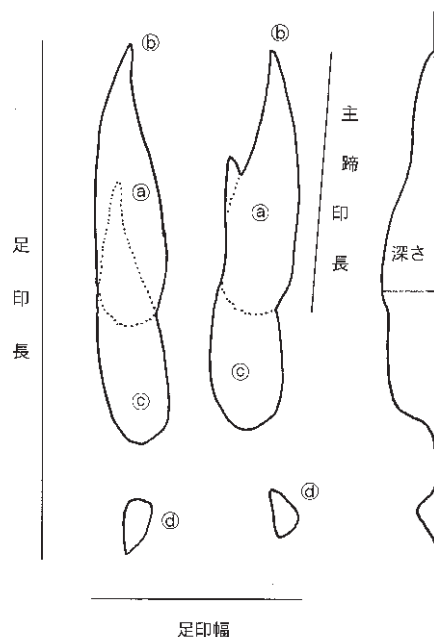
このことから当産地にみられる偶蹄類は、主蹄印長は 5.0 ~ 6.0cm であるが、シカ類にしてはやや主蹄印幅が狭く、ササノハ形のシカ類とヤナギハ形のレイヨウ類やジャコウジカ類との中間的な形態であると考えられる。またここでみられた足跡には副蹄印がみられること、レイヨウ類の化石が現在までに未発見であることを考えるとレイヨウ類ではなくジャコウジカ類を含む主蹄長が 5.0cm 前後のシカ類によって着けられた可能性が高い。

次に行跡から体格を推定してみる。前記したように下浜第 2 区にて 1 行跡、第 4 区にて 1 行跡が確認できた。これら 2 つの行跡のうち保存が良好な第 4 区のものから印跡動物の体格を推定してみる。この行跡は第 25b 図

のように標本：下浜-③ 9 ~ 下浜-③ 13 まで 5 個の前後重複足印からなっていて、その歩幅は 44、48、48、56cm、複歩長は 77 ~ 90cm である。このことから推定できる印跡動物の体長（胴長）は約 80 ~ 90cm 前後となる。これは現生種ニホンジカの成獣個体の体格に相当する。

国内の足跡化石は、中新世、鮮新世、更新世ともに多産している。その主蹄印の形態はササノハ形が大部分であるように報告されているが、その中に当地のようなヤナギハ形に近い形態のものがあるが否か今後注目する必要がある。

生態については、シカ類は森林で群れをつくって生活し、日中は森や草むらで休み、夜間軟らかい草や木の葉、果実を食べるために草原や川岸や湖沼畔にくる。水飲みや水浴を好むため、森林内より湖沼畔の方が足跡が密集していることが多い。当産地は水域であることと矛盾しないが足跡化石の数が少ない。これは個体数が少なかったのか、砂がちの推積物が多い環境のため化石として残らなかったのか、少ない箇所のみが露出しているのか種々の要因が考えられる。



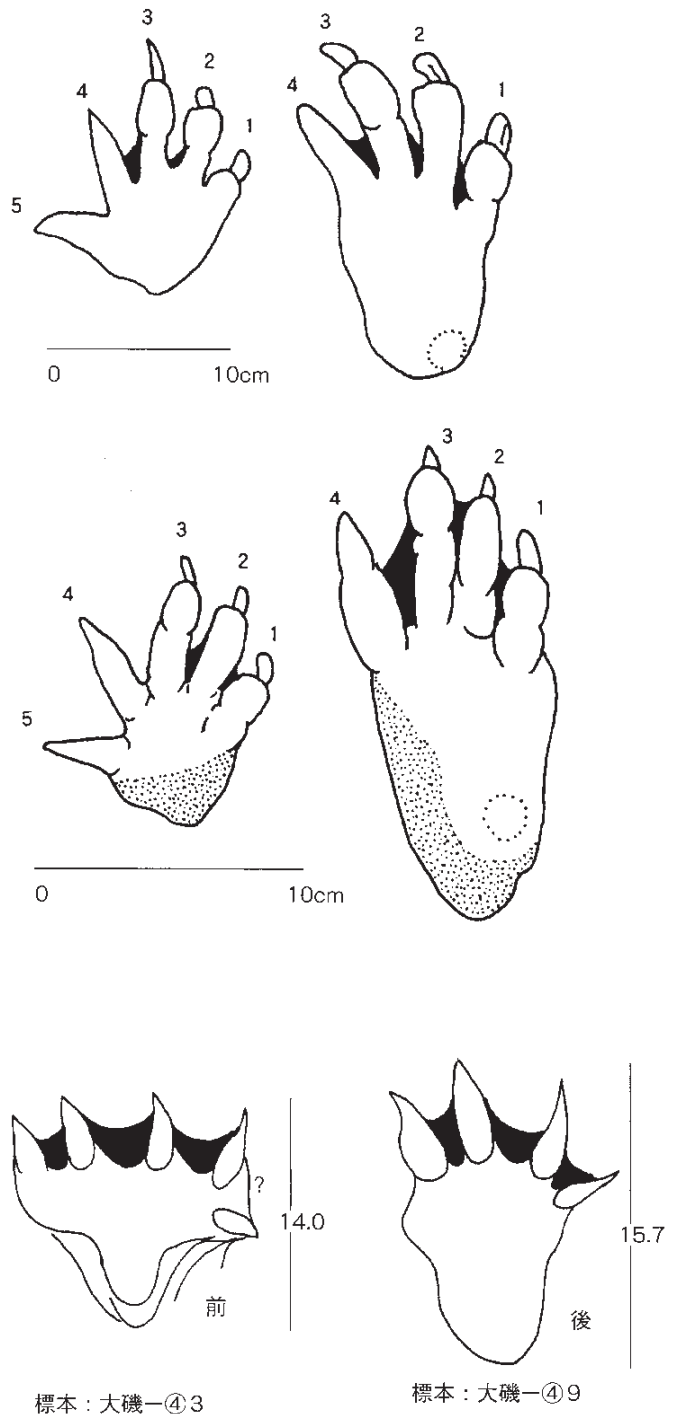
第 52 図 偶蹄類の足跡化石の主な計測部位（岡村、高橋：2004）

④前方へ尖った指、あるいは爪印が出る長楕円形や逆三角形のもの。

大磯においてのみ密集してみられた、それらは泥層面にあり上位に硬い細粒砂層が埋積している。それを取り除くことは不可能であるので、現在の地表面での足跡の輪郭、すなわち足印口の形態から観察した。

足印口形態は大きく次の2つに分けられる。ひとつは標本：大磯－④3のような逆三角形のもので、これ1個を確認した(第33図)。もうひとつは標本：大磯－④9で(第36図)長楕円形、前部に4個の尖った指印が出る逆二等辺三角形、ラッパ形のもので5個確認した。これらの前後長は15.0～24.0cmと大型である。前縁から前方あるいは斜め前方、側方へ尖った指爪印らしき印がでる。先端がやや湾曲するものがあり、その数は4個のものと5個のものがある。それらの指印間には近位あるいは中位指間膜印であろう弧状のくぼみがみられる。すなわち指印が足の辺縁から単独に細く出るのではなく指の前半部と爪印だけが突出している。足部印の側縁は一方がややふくらみ、他方がややくぼむ。足跡の後部には細く尖った突出はなく、後縁は丸みを帯びているが、逆三角形のものでは小さく、楕円形のものでは大きく両者間には差がある。

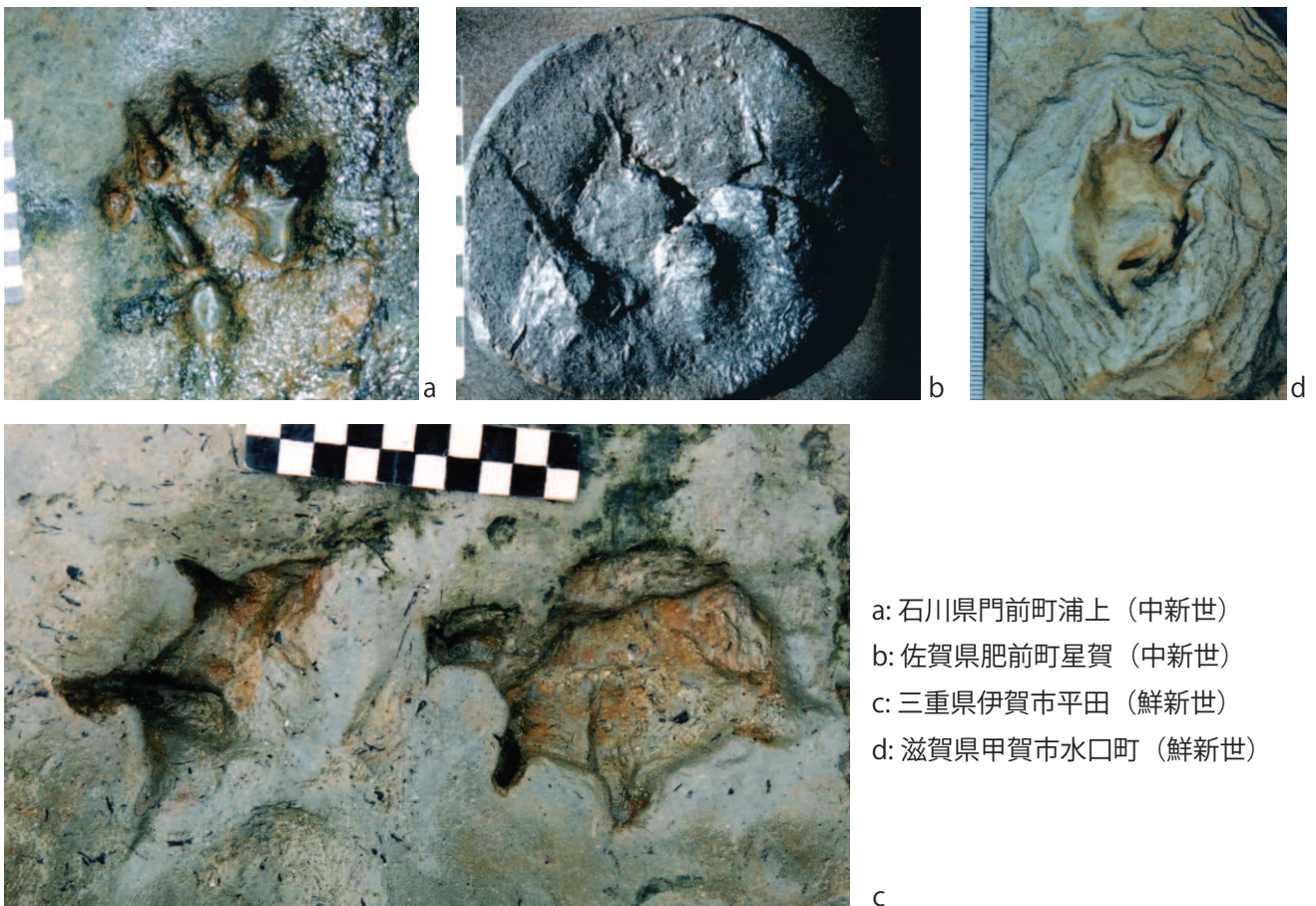
足部は大型で逆三角形や楕円形、鋭く尖った爪がある指を4個あるいは5個もち、それぞれの指間に膜もつ形態の足跡を印跡する動物にはワニ類があげられる。ワニ類の足跡は(第53図)、アリゲータ科、クロコダイル科ともに前足は逆三角形、前縁に5個の尖った指をもち指間膜がある。後足は楕円形で前縁に4個の尖った指をもち指間膜がある。足跡では指印が湾曲して着くことがある。ワニ類以外で類似するものは大型の哺乳類ではクマ類があげられる。この指は前後足ともに5個で、爪印は鋭く尖る。指印は前縁にほぼ横一列に配列し、縦楕円形の指球印が顕著であることなどの点



第53図 上から現生アリゲータ科ミシシッピーワニ、クロコダイル科ナイルワニ、大磯産の足跡のスケッチ

から否定できる。次にヌートリアがあげられるが、これは前後足ともに 5 個の指をもつ。前足に指間膜がない。後足には指間膜があるが第 2 から第 5 指間のみであることから除外できる。カワウソ類は指間膜をもつが爪は鋭くなく、前後足に 5 個の指をもつことから除外できる。アナグマ類は大きな爪をもつが、前後足に 5 個の指をもち指間膜がない点で除外できる。両生類のサンショウウオ類は前足には 4 ～ 5 個、後足には 5 個の指をもつが爪をもたない。指間膜をもたない点で除外できる。爬虫類のカメ類の爪は尖るが足部は丸い。トカゲ類は前後足に 5 個の鋭く尖る爪がある指をもつ点では似るが、指は細く、指間膜をもたない点から除外できる（巻末の参考資料図参照）。

次にここでみられたワニ類の足跡化石群から行跡が追求できるかを探ってみた。第 31 図に示したように最右部の円形のものはワニ類によるものか否かは不詳である。次の標本：大磯－④ 2 は、その形態から右後足印で、そのすぐ前方にある標本：大磯－④ 3 は長い楕円形でなくカエデ葉形の形態をしていることから前足印であり、右手の可能性が高い。これを仮に個体 A としておくと、これらのすぐ左前方に後部印のみがみられ、その形態から個体 A の左後足跡の一部とすれば、その前方に左前足印がある筈だがみられない。何かの理由で残らなかったのであろう。その左前方には後足跡の後半部のみの④ 5 がある。そして前方に④ 6 がある。この④ 6 の左右が確定できない。その右方には大磯－④ 7 の左後足印がある。したがって推定歩幅と角度からみて④ 4（左？）と④ 7 はつながらない。もし④ 6 が右後足跡とすればその前方にある大磯－④ 8 と④ 9 につながらない。このように標本：大磯④ 1 を除く 8 個の足跡からつながるのは左後足跡の④ 8 と右後足跡の④ 9 の 2 足印のみである。したがって個体 A のほかに 1 ～ 2 個体いたことになり、8 個から



- a: 石川県門前町浦上（中新世）
- b: 佐賀県肥前町星賀（中新世）
- c: 三重県伊賀市平田（鮮新世）
- d: 滋賀県甲賀市水口町（鮮新世）

第 54 図 国内産ワニ類の足跡化石

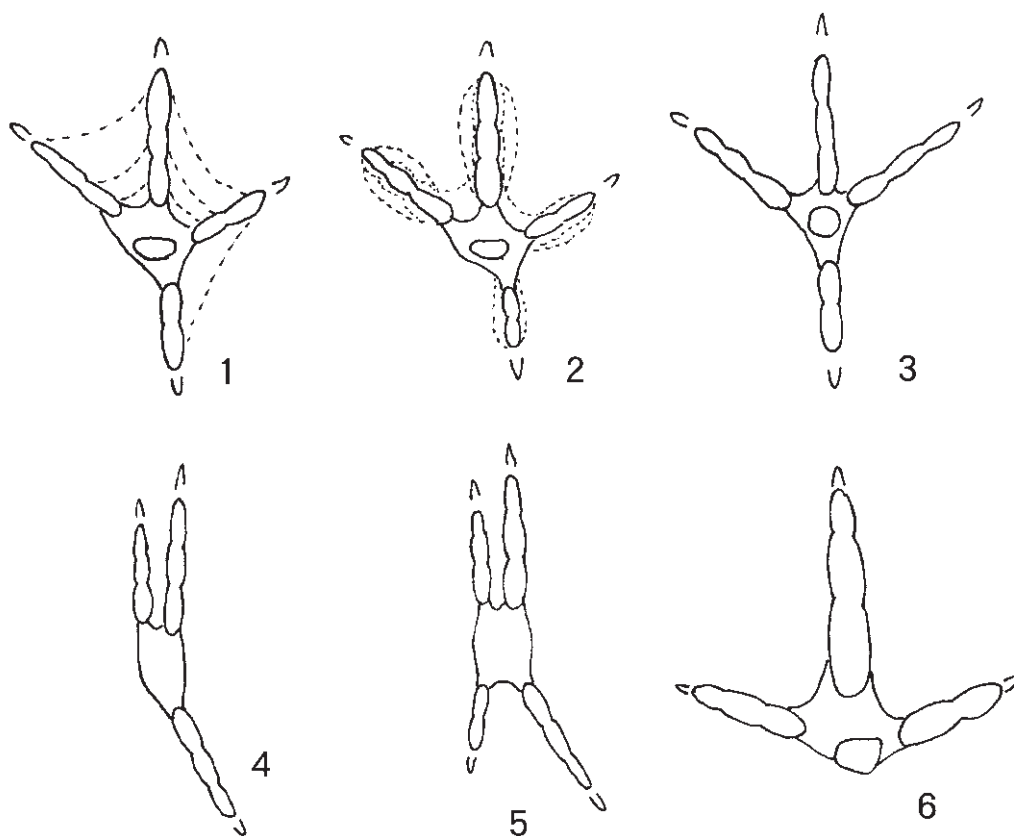
行跡が追求できない。

国内の足跡化石は、中新世では石川県門前町からワニ類の行跡（第 54a 図）が、佐賀県肥前町星賀の海岸からワニ類の足跡化石（第 54b 図）が報告されている。鮮新世・古琵琶湖層群下部の三重県伊賀市平田の服部川河床からは足跡化石（第 54c 図）が、滋賀県甲賀市水口町の野洲川河床からは足印長が約 4.5cm の小型のもの（第 54d 図）が報告されている。

生態については、現生種ワニ類は大型で半水性。ふだんは体を水中に沈め鼻と目だけを出すことができる。多くの種が熱帯や亜熱帯の河川や湖沼に棲み、岸辺の砂の中や枝や草でつくった巣に卵を産む。主に魚類や小型の哺乳類、爬虫類、両生類を食べる。当産地は水域でありワニ類の生息環境とは矛盾がない。この湖沼を棲みかにして小型の哺乳類や小動物を捕食していたのであろう。

⑤ 3～4 個の細い指印をもつ十字形や逆 T 字形のもの。

この形態のものは容易にトリ類による足跡であることがわかる。そこで第 55 図に示した現生種のトリ類の足部の形態を 6 型に分けたものをもとに今回の調査で確認できたもののうち保存が良好な 6 標本を検討する。



第 55 図 現生種トリ類の足指と指間膜の形態からの分類 (R.Brown et al, 1992 から改描)

標本：下浜 3－⑤ 49（第 39 図）は図 55 の 3 に似るが第 1 指印長が短く、第 2～第 4 指間角が広い。第 3、4 指間に近位指間膜印があることから 6 のタイプに入る。

標本：下浜 3－⑤ 54（第 40 図）は逆 T 字形で 3 個の指印のみがみられ第 1 指印がみられない。

第2～第4指間角が広い。ひとつの指間に近位指間膜印があることから6のタイプにはいる。

標本：下浜3－⑤55（第40図）は3に似るが第1指印が短く、第3、4指間に近位指間膜印があることから6のタイプに入る。

標本：下浜4－⑤16（第41図）は逆T字形で3個の指印のみがみられ、第1指印がみられない。第2～第4指間角が広い。ひとつの指間に近位指間膜印があることから6のタイプに入る。

標本：大磯－⑤1（第42図）は十字形で長い第1指印がみられるようである。第2～第4指間角が狭い。第3、4指間に非常に小さい近位指間膜印があることから3のタイプに入る。

標本：松ナワテ－⑤1（第44図）は十字形で4個の指印は細い。第2～第4指間角が狭い。第1指印は長く、第3、4指間に小さな近位指間膜印があることから3のタイプに入る。

以上説明したように、今回の調査で確認できたふたつのタイプのトリ類の足跡は大型で第1指印がみられないか、短く印跡されていて第2～第4指間角が広い。第3指と第4指間に近位指間膜印のあるものはツル類かコウノトリ類によるもの。大型で第1指印が長細く、ほかの3指印も細く長く、第2～第4指間角が狭い。指間膜印が顕著でないものはサギ類によるものと考えられる。

次にトリ類の行跡についてふれておく。第43図に示したように松ナワテの一泥層面に途中一部が亀裂で破壊しているが10個の足跡からなるサギ類の行跡がみられた。これらはやや蛇行するがほぼ一直線に移動しており、その歩幅は25、23、19、20、？、25、28、28cmである。この歩幅と1個の足跡の大きさを現生種ダイサギ、アオサギのものと比較すると大きな差はない。

国内の新生代からのトリ類の足跡化石は多産している。岩手県金ヶ崎町の胆沢川河床と近辺の河床、山形県新庄市の最上炭田、東京都昭島市の多摩川河床、三重県伊賀市服部川河床、滋賀県甲賀市水口町の野洲川河床、同県大津市の南庄町と真野町、大阪府富田林市の石川河床、愛媛県久万高原町の上畑野川河床、佐賀県肥前町と近辺などである。それらをみると岩手県の胆沢川の1個、滋賀県水口町と大津市の数個を除きほぼすべて足印長が10cmを超える大型で、その形態はツル類あるいはコウノトリ類、サギ類に似る。

生態については、現生種のサギ類などは長い嘴、頸、足をもち、水辺で魚類、甲殻類、両生類などを捕食する。コウノトリ類やツル類は湿地、草地、沼沢地、川岸に棲み、魚類や両生類、昆虫を食べる。いずれも河川、湖沼などの水域に生息するか、生活圏にしているトリ類であり、当産地が水域であったことと矛盾しない。

5. まとめ

（1）調査地と年代

足跡化石の調査地は、香住町の北西部にある栃三田の海岸、大磯の海岸、下浜の海岸と北東部にある松ナワテの海岸の4カ所である。

産出層準は、別章で報告されているように前期中新世、北但層群八鹿層の香住砂岩泥岩層に相当する。年代は約1800万年より古いと推定されている。

（2）調査期間

足跡化石の調査期間は、2003年4月下旬に発見されたくぼみが足跡化石であることを、香住町下浜を主とした4つの産地のうち栃三田を除く3つの産地で2003年7月20日、21日に確認した。その後同年10月から2004年4月初旬までに地元住民を対象とした現地説明会を1回、本調査

に向けての予備調査などを数回行った。本調査は、下浜において 2004 年 4 月 29 日から 5 月 5 日まで地元住民や近隣の住民、兵庫県内や京都府内の地学研究会会員、アマチュアの参加を得て実施した。その後、委員会で本報告書作成に向けて下浜の追加調査とほかの産地の足跡化石調査、周辺地域の地質調査を行った。

(3) 調査法

足跡化石の調査と記録の方法は、4 ヲ所とも国立公園指定区域内であるために推積した上位層を掘り出すことや足跡化石そのものを取り出すことは不可能である。そこで野外では印跡層全面のそうじ、足跡化石の確定、分布図の作成、写真撮影、ビニールシートへの写し、歯科用印象材での型取りを行った。そののち室内で歯科用印象材からエポキシ樹脂による復元を行い、その形態分類と計測値を現生種と比較し印跡動物の確定や推定をした。

(4) 印跡動物種

当産地の足跡化石から印跡動物は長鼻類、大型・小型のサイ類、蹄の長さが 5.0 ～ 6.0cm でヤナギハ形の蹄部をもつ偶蹄類、大型のワニ類、大型のトリ類であるツル類、あるいはコウノトリ類とサギ類などであることが確認できた。

これらはおおむね森林や草原に生息するが水域に出没する種と、水域とその周辺に生息する種であることからみると、当産地の古地形や古環境がこのような印跡動物の生活圏として適しており、足跡が最も着き易く、また残り易い環境であったと考えられる。

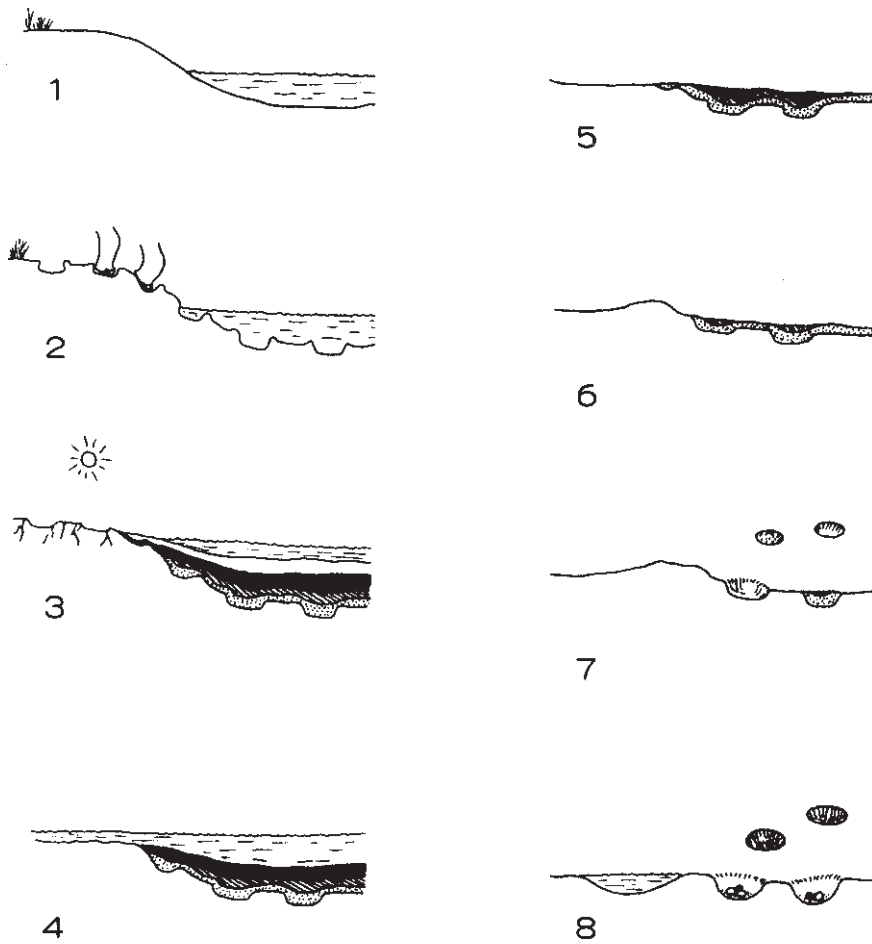
(5) 今後の問題

今回の調査で確認できた足跡化石からの動物種は、主に水域を生活圏としている種、あるいは水域に出没する種であることを報告したが、現生野生動物の地理区、生態、食物連鎖などを考えると、当時この地域や周辺の草原や森林、樹上のみを生活圏としていた種がいた筈であるし、水域を生活圏やその一部にしても生態学的、解剖学的、堆積学的な条件で足跡が着かないこともあるだろう。このようなことから今回発見できなかった動物種も多く生息していたことが推測される。今後このようなことを念頭におき、当地および周辺地域の同地質年代の地層を継続して観察し、足跡化石のみならず体化石の調査をすすめていくことが必要であろう。

引用文献

- C. and T. Stuart, 1994 : A field guide to the tracks and signs of southern and east african wildlife, 1-310. Southern book Publishers.
- 岐阜県高等学校地学教育研究会, 1995 : アース ウォッチング イン岐阜, 38-39. 岐阜新聞社.
- 犬塚則久ほか, 2003 : 佐賀県肥前町下部中新統産の足跡化石, 日本古生物学会 2003 年会稿集. 33.
- 越廼村哺乳類足跡化石調査委員会, 2001 : 福井県越廼村の哺乳類足跡化石, 16-40.
- 子安和弘, 1994 : 足跡図鑑, 1-178, 日経サイエンス社.
- 美濃加茂市教育委員会, 1995 : 美濃加茂盆地における中村累層の地層と化石 —大型哺乳動物足跡化石と化石林調査報告書—, 1-51. 美濃加茂市教育委員会.
- Nico J. van S., 1986 : The Sumatran Rhinoceros in the Gunung Leuser National Park, Sumatra, Indonesia, 78 — 80. Verlag Paul Parey.
- 岡村喜明・高橋啓一・足跡化石調査団, 1999 : 足跡化石. 石川県門前町の足跡化石, 23-56, 石川県門前町足跡化石調査団.
- 岡村喜明, 2000 : 石になった化石—へこみの正体をあばく—. 270p. サンライズ出版.
- 岡村喜明・高橋啓一, 2003 : 現生偶蹄類の足跡部ならびに足跡の形態 —偶蹄類足跡化石の基礎研究—. 化石研究会会誌, 36 (1), 16-25.
- O.Kanjanavanit, 1997 : The mammal tracks of thailand. The Green World Foundation. 1-89
- 安野敏勝, 1997 : 福井県越廼村の中新世哺乳動物足跡化石. 福井市自然史博物館研究報告. no.44, 29-34.
- 安野敏勝, 1998 : 日本の中新世より発見された長鼻類足跡化石. 福井市自然史博物館研究報告. no.45, 1-7.
- 安野敏勝, 2003 : 山陰東部～北陸地域における中新世哺乳動物足跡化石相. 日本地質学会第 110 年学術大会講演要旨, 275.
- 安野敏勝, 2003 : 兵庫県北部香住町の中新統から産出した哺乳類足跡化石. 福井市自然史博物館研究報告, 50, 9-25.

①足跡化石のでき方と消長



- 1：大昔の川や湖沼の岸辺。
- 2：そこへ動物が水を飲みにきて足跡を残していく。
- 3：川の氾濫などで足跡が砂や泥で埋もれる。干からびて壊れてなくなる足跡もある。
- 4：時は流れ、いったん埋もれた地層の重なりが水の流れて再びめくれていく。
- 5：どんどん上から地層が流されてなくなっていく。
- 6：大昔の地面に近づいていく。そろそろ足跡化石がわれわれの目で分かるようになる。
- 7：時間がたつと流れや波で地層が洗われて足跡がはっきりと見えてくる。まだ中に大昔の砂が入っているものもある。
- 8：どんどんと時間がたつと、洗われて足跡は削られてなくなる。中に砂や小石が入って渦でカメ穴になる。

(岡村：2000改)

② 偶蹄類の蹄の大きさと形態の分類

タイプ			主蹄印長 5 cm未満	5 ～ 10 cm	10 cm以上
1	半円形				フタコブラクダ ヒトコブラクダ
2	腎臓形				ウシ, ヒトコブウシ バンテン, スイギュウ, ヤク, ガウア, ヨーロッパバイソン, アメリカバイソン ターキン
3	長腎臓形		ヤギ	イノシシ スマトラカモシカ ニホンカモシカ ゴール, アカゴール ヒマラヤタール バーラル	アミメキリン ラマ シフゾウ
4	勾玉形				トナカイ
5	ササノハ形		ジャワマメジカ, キョン マエガミホエジカ, ホッグジカ キバノロ, ホエジカ トビイロホエジカ マエガミジカ, ノロ ニホンジカ コーブ, ゲレヌク, アルガリ	エルドジカ, サンバー クチジロジカ, バラシנגジカ カ, アキシスジカ, ダマジカ アカシカ ゲムスボック, オグロヌー ハーテビースト, シタツンガ ボンゴ* ¹	ヘラジカ ジャイアントエランド
6	ヤナギハ形		コビトジャコウジカ オリビ, ステンボック アカダイカー, モウコガゼル アイベックス	シタツンガの前肢* ²	

* 1：長腎臓形にも見える。

* 2：節が長くのびてヤナギハ形に見える。

(岡村, 高橋：2003)

③ 国内の中新世からの足跡化石



石川県門前町浦上産のワニの行跡（左）と足跡化石のひとつ（右）

福井県越廼村大味産の偶蹄類足跡化石

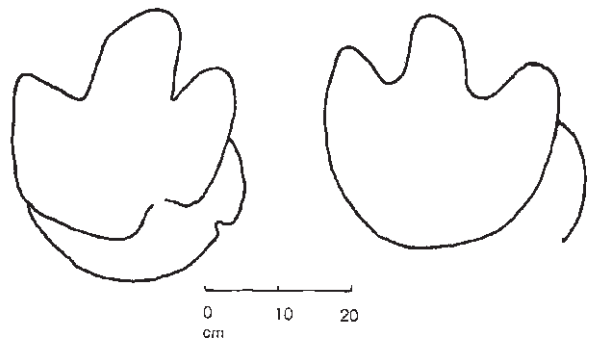
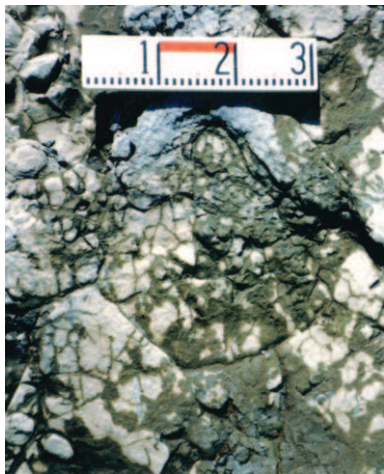


福井県越廼村菜崎産の長鼻類（左）とサイ類（中央）と密集した偶蹄類（右）の足跡化石



岐阜県美濃加茂市産のサイ類の足跡化石（鹿野勘次氏提供）

愛媛県久万町上畑野川産のサギ類（左）と偶蹄類（右）の足跡化石



愛媛県久万高原町上畑野川産のサイ類の足跡化石と思われるくぼみ（左）とそのスケッチ（右）



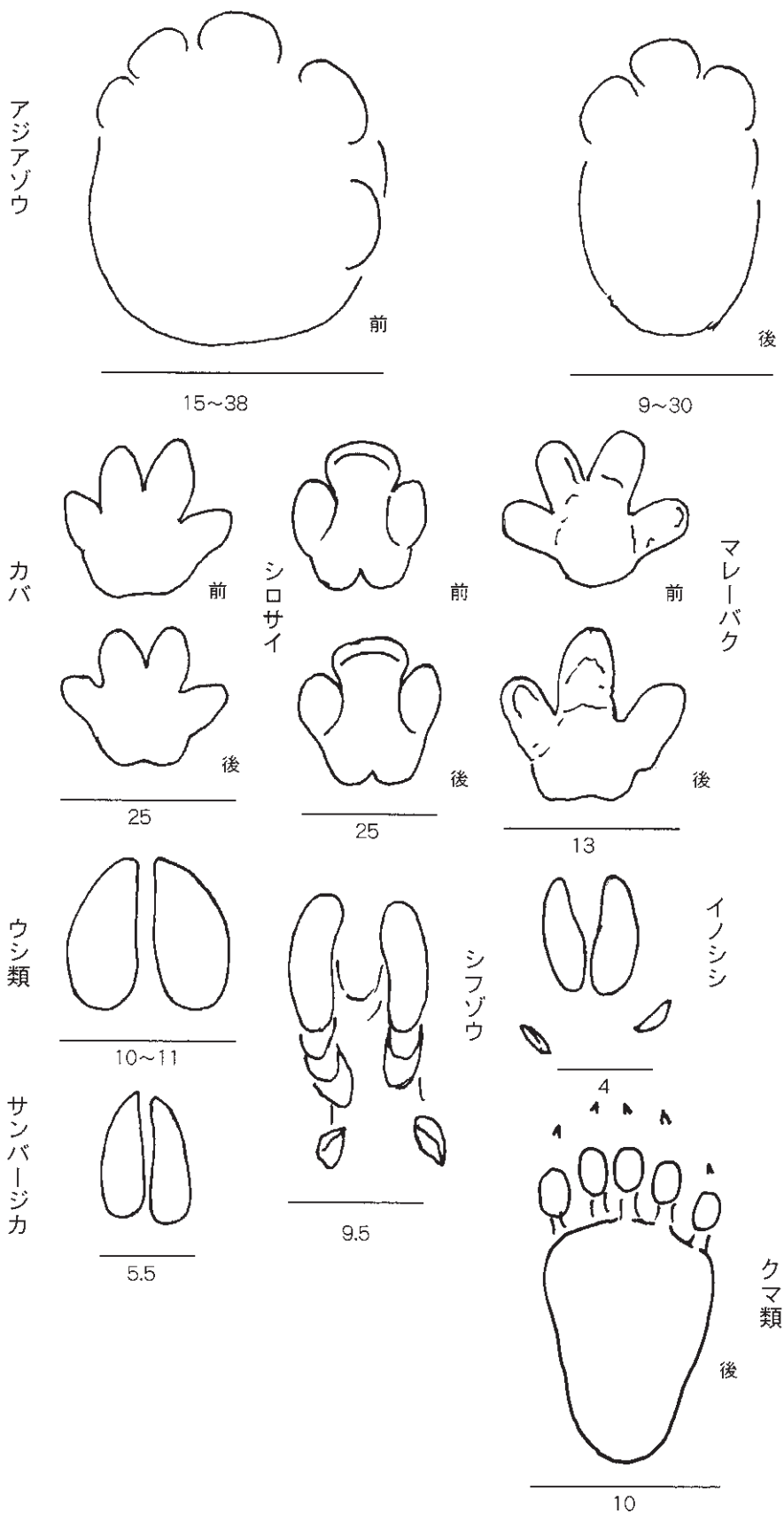
長崎県鹿町町産の偶蹄類足跡化石（左）と佐賀県肥前町星賀海岸産のトリ類の足跡化石（右）（北林栄一氏、岡崎美彦氏提供）



佐賀県肥前町星賀海岸産のワニ類の足跡化石（河野隆重氏提供）

④ 主な現生動物の足跡

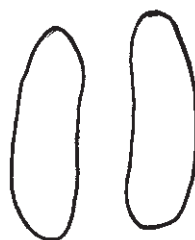
(足跡の大きさは cm である)





トナカイ

13



カモシカ類

3.5~4



アナグマ類

5~



ジャコウネコ類

3.3



大型カワウソ

5.5



小型カワウソ

4~



イタチ

前

1.4~
2.2



前

4

テン



後



ヤマイヌ

4.5~5.5



トラ

10~12



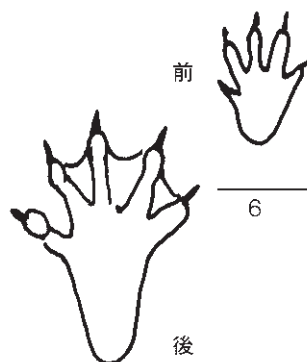
中型ネコ類

4~4.7



小型ネコ類

2.5



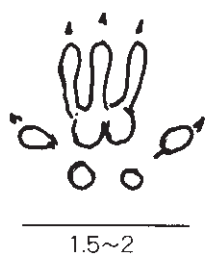
前

後

6

ヌートリア

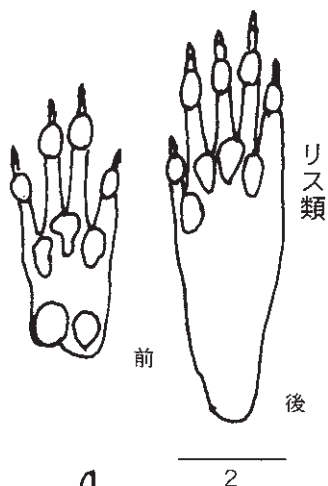
12



ネズミ類



ウサギ類



リス類



前

イシガメ



後

3



前

オオサンショウウオ



後

5.5



前

カエル

後

3



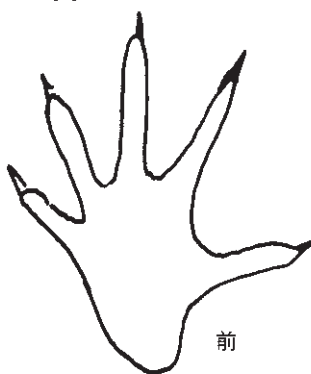
前



後

1

ヤモリ



前

9.3



後

9

マレーオオトカゲ



後

サル類

6~10

ここにあげた足跡のスケッチは、筆者が主に東南アジアにて撮影したもの、神戸市立王子動物園の石膏型標本、上海動物園や国内で観察したものである。