



01

PNC ⁷J1454 94-002

本資料は2002年02月28日付けで

登録区分変更する。

[東海事業所技術情報室]

隆起・沈降に関する研究(Ⅲ)

(動力炉・核燃料開発事業団 委託研究成果概要報告書)

技術資料		
開示区分	レポート No.	受領日
P	J1454 94-00Z	1994, 6, 8

この資料は技術管理室保存資料です
閲覧には技術資料閲覧票が必要です
動力炉・核燃料開発事業団 技術協力部技術管理室

1994年3月

株式会社 大和地質研究所

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせください。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村村松4番地49
核燃料サイクル開発機構
技術展開部 技術協力課

電話:029-282-1122(代表)
ファックス :029-282-7980
電子メール:jserv@jnc.go.jp

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:
Technical Cooperation Section,
Technology Management Division,
Japan Nuclear Cycle Development Institute
4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki 319-1184, Japan

A

この資料は
転載、引用

© 核燃料サイクル開発機構
(Japan Nuclear Cycle Development Institute)

については、複製、
管理して下

さい。また今回の開示目的以外のことには使用しないよう注意して下さい。

B

本資料についての問い合わせは下記に願います。

〒104 東京都港区赤坂 1-9-13

動力炉・核燃料開発事業団

技術協力部 技術管理室



PNC ~~7~~J1454 94-002
1994年3月

隆起・沈降に関する研究(Ⅲ)

佐々木 稔¹⁾ 布施 圭介¹⁾ 斉藤 晃¹⁾
斎藤 祐二²⁾

要 旨

我が国の地質環境の長期安定性を検討する上で重要と考えられる天然事象の一つである「隆起・沈降」に関する過去2年間の検討結果、その地殻変動を詳細に把握するためには、基準となる地形面または地形面構成層の形成環境(形成高度)と形成年代の定量化が必要であると判断した。そこで、本研究では房総半島をモデル地域として、同地域に分布する木下面・木下層および沼面・沼層を対象に以下の2項目について調査を実施した。

- (1)対象とする地形面およびその構成層の分布や特徴の把握
- (2)模式的な地点における変動基準面の形成環境と形成年代の定量的な把握

以上の調査・研究成果からモデル地域の第四紀の隆起・沈降運動の特徴を検討すると共に、採用した年代測定法について適正評価を行った。その結果、以下の点が明らかとなった。

従来、変動基準面として採用されてきた地形面(海成段丘の堆積原面など)は、正確には同一時間面・同一環境を示すとは限らないことから、詳細な地殻変動量を求める上では問題があるものと考えた。そこで、形成環境や形成年代を定量化できる層準をもって変動基準面とした。

地層の形成環境を推定するために、古生物学的方法を用いた。具体的な数値を用いて古環境(古水深)を推定する方法として貝化石や生痕化石が有効であることが判明した。

地層の形成年代を推定するために、¹⁴C年代測定法・ESR年代測定法・TL年代測定法を行った結果、数万年より若い年代を対象とする場合には¹⁴C年代測定法が、それよりも古い年代を対象とする場合にはESR年代測定法が有効であることが判明した。なお、¹⁴C年代測定法では¹⁴Cの初期濃度の不均一性や経年変化という不確定要素が、ESR年代測定法には年間線量率の見積りに伴う不確定要素がある。一方、アラゴナイトを測定対象とするTL年代測定法は、ESR年代測定法のクロスチェック法として有用性が認められるので、今後の研究開発の必要があると考えられる。

地殻変動量は変動基準面の現在の標高から形成高度と古海面高度を差し引いて求めているため、形成高度と古海面高度の推定精度によって地殻変動様式の推定精度に大きな差が生じる。このうち、形成高度の推定幅を狭める手段として堆積学的手法による形成高度の推定も加味することが必要である。

本報告書は、株式会社大和地質研究所が動力炉・核燃料開発事業団の委託により実施した研究成果である。

契約番号……………05D0132

事業団担当部課室：環境技術開発推進本部地層科学研究グループ

三戸 嘉之

- 1) 大和地質研究所地質部
- 2) 大和地質研究所環境部



PNC 7J1454 94-002
March, 1994

A study of uplifts and subsidences (III)

Yutaka Sasaki¹⁾, Keisuke Fuse¹⁾,
Akira Saito¹⁾ and Yuji Saito²⁾

Abstract

At the end of our two year study of 'uplifts and subsidences' which are considered important natural phenomena to clarify long term stability in our country's geological environment, we concluded that the quantification of paleoenvironment (paleo-depth) of a geomorphological surface or its consisting strata which are regarded as datum plane to measure a crustal movement is necessary in order to thoroughly understand the movement. Due to this consideration, we investigated Kioroshi surface-Kioroshi Formation, Numa surface-Numa Formation spotted in the chosen model region called, Boso Peninsula from two aspects:

- 1) distribution of the subject surfaces and strata and their respective uniquenesses
- 2) quantitative study of the environment and the date under which a datum plane at typical points was formed

From results obtained in the above mentioned investigation, we tried to characterize uplifts and subsidences in the model region in the Quaternary Period, and we further evaluated appropriateness of dating methods we had chosen for this study. Following is the summary of our findings:

Since the geomorphological surfaces such as the depositional surfaces in marine terraces which had been conventionally selected as datum planes do not necessarily depict the same time space or environment, we judged them not suitable to use to measure the amount of a crustal movement. Instead, we chose only the strata which were quantifiable in terms of formational environment and date as our datum planes.

Paleobiological methods were used to assume paleoenvironments of the strata. We concluded that fossil shells and trace fossils were effective subjects to assume paleoenvironments (paleo-depths) by numbers.

Through our use of ¹⁴C, ESR and TL dating methods for dating the strata, it was found that ¹⁴C was most effective to date less than some tens of thousand years, while ESR was more powerful to date older ages. In these two respective methods, however, we have to consider as such variables that primary amount of ¹⁴C concentration may have been ununiform and that it possibly had changed in course of time, whereas estimation of annual dose may not be exact. TL dating with aragonite was recognized quite useful for crosschecking results obtained in ESR, and this method is called for future research and development.

We calculated the amount of a crustal movement by deducting the paleo-depth and altitude of the paleo-sea level from the current sea level. Precision of this method is, therefore, dependent on closeness of assumption of these altitudes: when a made assumption was not reliable, we found it difficult to effectively assume the crustal

movement. In this regard, We consider it necessary to additionally make sedimentological assumption to help the obtained paleo-depth be more precise.

This report is based on research results obtained by Daiwa Geological Laboratory Co., under its contract with Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation.

Contract Number.....05D0132

PNC LiaisonYoshiyuki Mito

Geosciences Research Program,

Radioactive Waste Management Project

1)Department of Geology, Daiwa Geological Laboratory

2)Department of Environment, Daiwa Geological Laboratory

目次

まえがき	1
1. 房総半島北部地域および南端地域の地形・地質学的調査	2
1. 1 房総半島北部地域の地形地質	2
1. 1. 1 地形	2
1. 1. 2 地質	6
1. 1. 3 まとめ	12
1. 2 房総半島南端地域の地形・地質	13
1. 2. 1 地形	13
1. 2. 2 地質	16
1. 2. 3 まとめ	19
2. 年代測定および古環境解析	20
2. 1 年代測定	32
2. 1. 1 ^{14}C 年代測定	32
2. 1. 2 ESR年代測定	34
2. 1. 3 TL年代測定	39
2. 1. 4 年代測定結果の検討	42
2. 2 テフラ分析	47
2. 3 古環境解析	50
2. 3. 1 花粉化石分析	50
2. 3. 2 珪藻化石分析	53
2. 3. 3 有孔虫化石分析	55
2. 3. 4 貝形虫化石分析	58
2. 3. 5 貝化石分析	60
2. 3. 6 FeS_2 分析	64
2. 3. 7 古環境解析のまとめ	66
2. 4 層序時代と絶対年代の比較	76
3. 房総半島北部地域および南端地域の隆起・沈降運動の検討	77
4. 結論と今後の研究計画	81

図表目次

図1-1	房総半島北部および南端地域の調査範囲	4
図1.1-1	房総半島北部地域に分布する上部更新統の模式柱状図	8
図1.1-2	木下面構成層の対比図(北部)	9
図1.1-3	木下面構成層の対比図(中部)	10
図1.1-4	木下面構成層の対比図(南部)	11
表1.1-1	房総半島北部地域に分布する地形面の性状一覧	5
図1.2-1	房総半島南端地域に分布する中部更新統～完新統の模式柱状図	17
図1.2-2	館山市西郷平久里川流域の地層対比図	18
表1.2-1	房総半島南端地域に分布する地形面の性状一覧	15
図2-1	木下面構成層の露頭観察および試料採取地点	22
図2-2	沼層の露頭観察および試料採取地点	23
図2-3	Loc.2の各種試料採取層準	24
図2-4	Loc.6の各種試料採取層準	25
図2-5	Loc.38の各種試料採取層準	26
図2-6	Loc.39の各種試料採取層準	27
図2-7	Loc.40の各種試料採取層準	28
図2-8	Loc.41の各種試料採取層準	29
図2-9	Loc.42の各種試料採取層準	30
図2-10	Loc.43の各種試料採取層準	31
図2.1-1	沼層試料の付加線量に伴うESR信号強度変化および飽和曲線回帰によって得られる総被曝線量(TD値)	36
図2.1-2	木下層試料の付加線量に伴うESR信号強度変化および飽和曲線回帰によって得られる総被曝線量(TD値)	37
図2.1-3	KH-2の付加線量に伴う100～120℃の温度範囲でのTL発光量変化および飽和曲線回帰によって得られる総被曝線量	41
表2.1-1	測定試料の $-\delta^{14}C$ と ^{14}C 年代値	33
表2.1-2	貝化石試料の同定結果	35
表2.1-3	貝化石試料周辺の放射性元素濃度および含水比	35
表2.1-4	貝化石試料に関する年間線量率, 総被曝線量およびESR年代値	38
表2.1-5	各種年代測定法による年代値対応表	46
表2.2-1	木下面構成層に挟在するテフラ層の岩石記載的特性	49
図2.3-1	Loc.2の古環境推移図	68
図2.3-2	Loc.6の古環境推移図	69

図 2. 3 - 3	Loc. 38 の古環境推移図	-----	70
図 2. 3 - 4	Loc. 39 の古環境推移図	-----	71
図 2. 3 - 5	Loc. 40 の古環境推移図	-----	72
図 2. 3 - 6	Loc. 41 の古環境推移図	-----	73
図 2. 3 - 7	Loc. 42 の古環境推移図	-----	74
図 2. 3 - 8	Loc. 43 の古環境推移図	-----	75
表 2. 3 - 1	花粉化石産出百分率表	-----	52
表 2. 3 - 2	木下層および常総粘土の珪藻化石産出表	-----	53
表 2. 3 - 3	沼層を主とした珪藻化石産出表	-----	54
表 2. 3 - 4	有孔虫化石産出表(底生種)	-----	56
表 2. 3 - 5	有孔虫化石産出表(浮遊性種)	-----	57
表 2. 3 - 6	沼層の貝形虫化石産出表	-----	59
表 2. 3 - 7	木下層の貝化石産出表	-----	61
表 2. 3 - 8	沼層の二枚貝類化石産出表	-----	62
表 2. 3 - 9	沼層の角貝・巻貝化石産出表	-----	63
表 2. 3 - 10	FeS ₂ 分析結果表	-----	65
図 3 - 1	各地点の地殻変動量の推移図	-----	80
表 3 - 1	地質学的手法に基づいて推定した地殻変動量	-----	79

まえがき

本報告書は、動力炉・核燃料開発事業団より委託された隆起・沈降に関する研究の成果を過去2年間の調査結果を踏まえてとりまとめたものである。

本研究は、地層処分の安全確保の考え方に対する根拠、ならびに地層処分システム全体としての成立性を示すための根拠に資するため、処分地域の地質環境の長期安定性に深く係わる隆起・沈降に関する検討を昨年度に引き続いて実施したものである。

平成3年度は、文献調査により、日本列島における隆起・沈降の諸特徴を概括的に把握するとともに、情報の豊富な地域を対象にした研究事例について調査した。また、本研究を進めるにあたって最適な野外調査を実施するための情報収集を行い、野外調査実施候補地を選定した。

平成4年度は、研究事例の検討を引き続き行うとともに、選定した野外調査実施候補地域のうち、関東地方南部(房総-三浦半島)を対象に、現地調査を含めた調査研究を実施した。また、同時に第四紀の年代決定手法について整理・検討を行った。その結果、第四紀における隆起・沈降運動の詳細を把握するためには、基準となる地形面または段丘構成層の形成環境(形成高度)と形成年代の定量化が必要であると判断した。

本年度は、過去2年間にわたる調査結果に基づき、房総半島をモデル地域として、同地域に分布する木下面・木下層および沼面・沼層を対象に以下の2項目について調査を実施した。

(1)対象とする地形面およびその構成層の分布や特徴の把握

(2)模式的な地点における変動基準面の形成環境と形成年代の定量的な把握

以上の調査・研究成果に既存文献による事例研究の成果を加味して、調査対象モデル地域の第四紀の隆起・沈降運動の特徴を検討し、また採用した年代測定手法について適性の検討を行った。

1. 房総半島北部地域および南端地域の地形・地質学的調査

研究対象に選定された木下面・木下層および沼面・沼層は昨年度の調査(大和地質研究所, 1993)に基づけば, それぞれ房総半島の北部地域と南端地域に離れて分布する。そこで, 房総半島の北部地域では木下面・木下層を, 南端地域では沼面・沼層を研究対象とした。その調査範囲を図1-1に示す。本章では, それぞれの地域について既存収集資料の整理, 空中写真判読による地形面区分および現地での地形・地質学的調査を行った結果について述べる。

1. 1 房総半島北部地域の地形・地質

1. 1. 1 地形

本調査地域に分布する地形面を, 2万5千分の1空中写真を用いて, 面の連続性, 分布高度, 分布性状および地形面の開析状態等から区分した。その後, 野外調査によって各面の分布を確かめ, 高位面から順に木下面, 姉崎面, 市原Ⅰ面・Ⅱ面・南総Ⅰ面・Ⅱ面・Ⅲ面に区分した。

(1)木下面

木下面は下総台地と市原台地東部に広く分布する。分布高度はおよそ130~20mであり, 長柄町市津湖付近で最も高く, 北西方向に徐々に高度を減じている。村田川やその支流などの大小の河川によって開析され, 開析谷が樹枝状に発達しているが, 分布高度の低い北西部よりも分布高度の高い南東部の方が解析程度が高い。

(2)姉崎面

姉崎面は市原台地西部と袖ヶ浦台地に分布する。分布高度はおよそ110~10mであり, 分布域の南東部で高度が高く, 木下面同様に北西に向かって徐々に高度を減じている。養老川やその支流などの大小の河川によって開析され, 開析谷が樹枝状に発達するが, 開析谷の谷幅は木下面に比較して狭い。木下面とは緩斜面を以て接しており, 全体的にその境界は不明瞭である。

(3)市原Ⅰ面

市原Ⅰ面は市原市新荒および櫃狭に局所的に分布する。分布高度は100~60m程度である。分布域が極めて小規模かつ局所的であるため, 全体的な開析程度は不明である。木下面や姉崎面との接合部は認められない。

(4)市原Ⅱ面

市原Ⅱ面は主要河川沿いに分布している。分布高度は110~20m程度であり, 上流域で高く, 下流に向かって徐々に高度を減じる。主要河川とその支流によって開析され, 支流の侵食は, 側方侵食より下刻作用の方が顕著である。市原Ⅱ面は木下面や姉崎面と長柄町長

柄ダム北方で比高約5mの段丘崖を以て接する。市原Ⅰ面とは市原市キングフィールズゴルフ場南方で緩斜面を以て接する。

(5)南総Ⅰ面

南総Ⅰ面は主として村田川・養老川および小櫃川沿いに分布する。分布高度は80～30m程度であり、上流域で高く、下流に向かって徐々に高度を減じる。主要河川の支流によって浅く開析されている。市原Ⅱ面とは市原市源氏山ゴルフ場南方で比高約5mの段丘崖を以て接する。

(6)南総Ⅱ面

南総Ⅱ面は主として村田川・養老川および小櫃川沿いに分布する。分布高度は60～20m程度であり、上流域で高く、下流に向かって徐々に高度を減じ、最下流部では沖積面へ没する。主要河川の支流によって浅く開析されている。南総Ⅰ面とは市原市源氏山ゴルフ場南方で比高約5mの段丘崖を以て接する。

(7)南総Ⅲ面

南総Ⅲ面は市原市根本付近に極めて局所的に分布する。分布高度は40～25m程度である。分布域が極めて小規模であるため、全体的な開析程度については不明である。

以上に述べた各面の分布・性状をまとめると表1. 1-1のようになる。

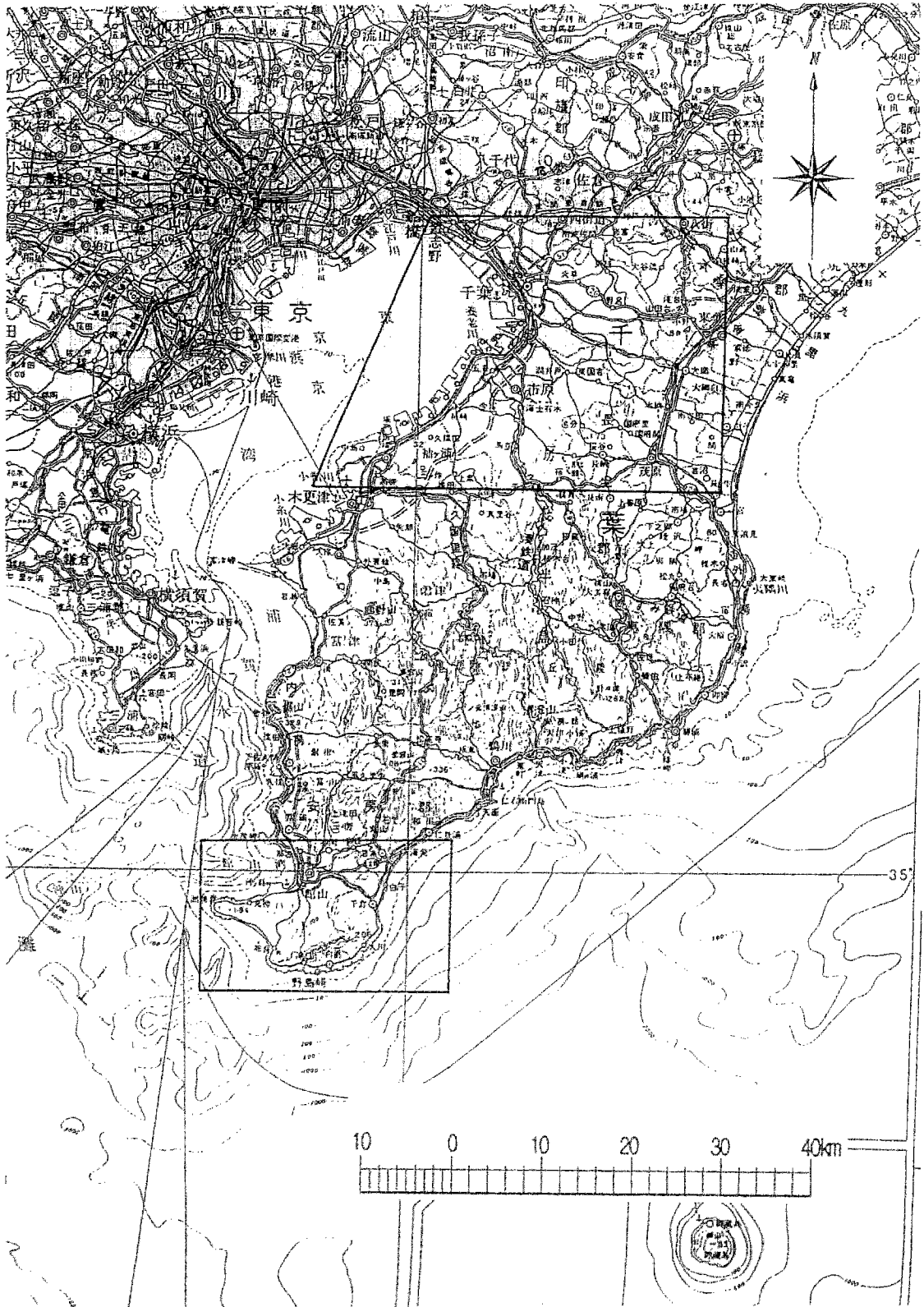


図 1-1 房総半島北部および南端地域の調査範囲

表 1. 1 - 1 房総半島北部地域に分布する地形面の性状一覽

地形面	分布状況	分布高度 (m)	平坦程度	開折程度	高位面との関係
南総Ⅲ面	市原市根本付近に小規模に分布する。	40~25	平坦	分布域が極めて局所的であるため、全体的な開折程度については不明である。	南総Ⅱ面と姉崎面を以て接する。
南総Ⅱ面	主として村田川、養老川および小櫃川沿いに分布する。分布高度は上流域で高く、下流に向かって徐々に高度を減じ、下流部では沖積面下へ没する。	60~20	平坦	主要河川の支流によって浅く刻まれる。	南総Ⅰ面と一部で比高約5mの段丘崖を以て接する。
南総Ⅰ面	主として村田川、養老川および小櫃川沿いに分布する。分布高度は上流域で高く、下流に向かって徐々に高度を減ずる。	80~30	平坦	主要河川の支流によって浅く刻まれる。	市原Ⅱ面と一部で比高約5mの段丘崖を以て接する。
市原Ⅱ面	主要河川沿いに分布する。分布高度は上流域で高く、下流に向かって徐々に高度を減ずる。	110~20	平坦	主要河川とその支流によって刻まれる。支流の侵食は、側方侵食より下刻作用の方が顕著である。	木下面および姉崎面とは一部で比高約5mの段丘崖を以て接する。市原Ⅰ面とは緩斜面を以て接する。
市原Ⅰ面	市原市新筑および順徳に局所的に分布する。	100~60	平坦	分布域が極めて小規模かつ局所的であるため、全体的な開折程度については不明である。	木下面および姉崎面との接合部は認められない。
姉崎面	市原台地および袖ヶ浦台地を構成して分布する。分布域の南東部で高度が高く、北西方（東京湾側）に向かって徐々に高度を減ずる。	110~10	平坦*	開折程度は木下面とほぼ同様であるが、開折谷の谷幅は木下面のそれに比較して全体的に狭い。	木下面と緩斜面を以て接しており、全体的にはその境界では不明瞭である。
木下面	下総台地から市原台地東部にかけて分布する。分布高度は市原市付近で最も高く、北西方（東京湾側）に向かって徐々に高度を減ずる。	130~20	平坦*	主要河川とその支流によって深く刻まれる。開折谷の水系パターンは樹枝状を呈する。	地形面区分中の最高位面。

*：全体的には平坦であるが、一部に緩やかな起伏も認められる。

1. 1. 2 地質

今回の研究対象である木下層に関連する本地域の上部更新統の模式柱状図を図1. 1. -1に示す。この地層区分は、概ね徳橋・遠藤(1984)に従ったものであるが、市原段丘堆積層の上位層準は省略してある。

前項で述べた木下面についてその構成層を確認し、地質柱状図を各地点で作成した。本研究の主対象である木下面の構成層を26箇所において確認し、地層の対比を行った(図1. 1-2~4)。

木下面構成層はLoc. 1, 11, 19, 28の4箇所を除いて下位から木下層、常総粘土および新期関東ローム層からなる。上記の4箇所では、常総粘土を欠いて新期関東ローム層が木下層を直接覆う。

a. 木下層

木下層は主として葉理の発達した細~中粒砂からなり、シルトや火山灰層を挟む。Loc. 2, 5, 6, 14の4箇所では砂層中に貝化石が密集して産する。Loc. 6以外の貝化石は殻の凸面を上にして葉理に平行に配列した異地性の産状を呈する。それに対してLoc. 6の貝化石は、貝化石床の上部で凸面を上にして葉理に平行に配列するものの、その主たる部分では合弁・離弁の貝化石が無定向配列し、一時に運搬され堆積したような産状を呈する。また、その中には少ないながらも現地性の産状を示す貝化石も含まれる。木下層の比較的上位層準の細~中粒砂には、いずれの地点においても、潮間帯に生息するヒメスナホリムシ(*Excirrolana chiltoni japonica*)によると推定される生痕化石が認められる。木下層に挟在する火山灰は数層準認められる。このうち、三色アイス(以下SIPと略す)は比較的多くの地点(Loc. 2, 12, 13, 15, 18, 34)で観察され、ヒメスナホリムシ生痕化石を含む砂層より上位層準に挟在しており、主として黄灰~白色軽石層と灰白~橙色細粒火山灰層の互層からなる。また、このSIPはLoc. 6, 16において後述する常総粘土にも挟在する。

b. 常総粘土

常総粘土は木下層の上に整合関係で重なり、主として灰緑色火山灰質粘土からなり、最上部はクラックの発達した暗褐色粘土(古土壌的堆積物)に移行している場合が多い。上述したように、本層中にSIPが2地点で挟在するが、それ以外にも粘土化した軽石層が認められる。そのうち、比較的連続的に追跡できるものは最上部の暗褐色粘土中に点在する箱根小原台軽石(以下Hk-OPと略す)であり、径1~2mmの橙色軽石からなる。また、Hk-OPは、Loc. 7, 11では上述の古土壌的堆積物を欠いて常総粘土の直上に直接分布する後述の新期関東ローム層中に挟在する所も観察された。

c. 新期関東ローム層

新期関東ローム層は下位層を不整合に覆う褐色シルト質火山灰からなる。本層には前述したように一部の地域でHk-OPを下部に含むほか、地域全般にわたり径1~2mmの橙色軽石

(箱根東京軽石；Hk-TP)が挟在する。

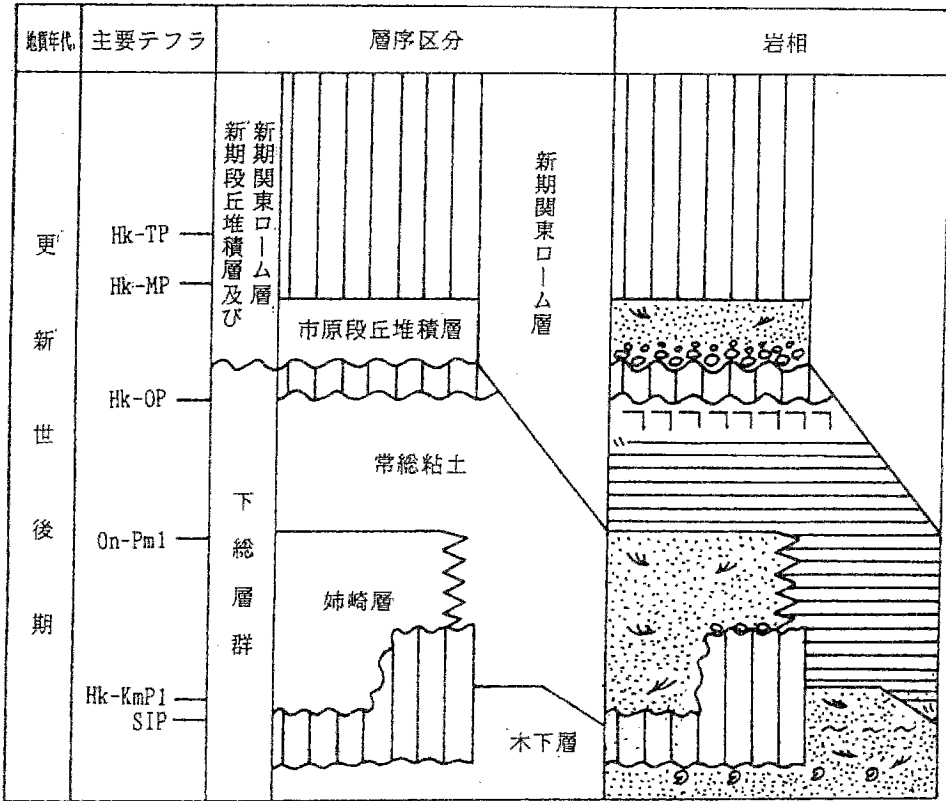


図1. 1-1 房総半島北部地域に分布する上部更新統の模式柱状図

新期関東ローム層

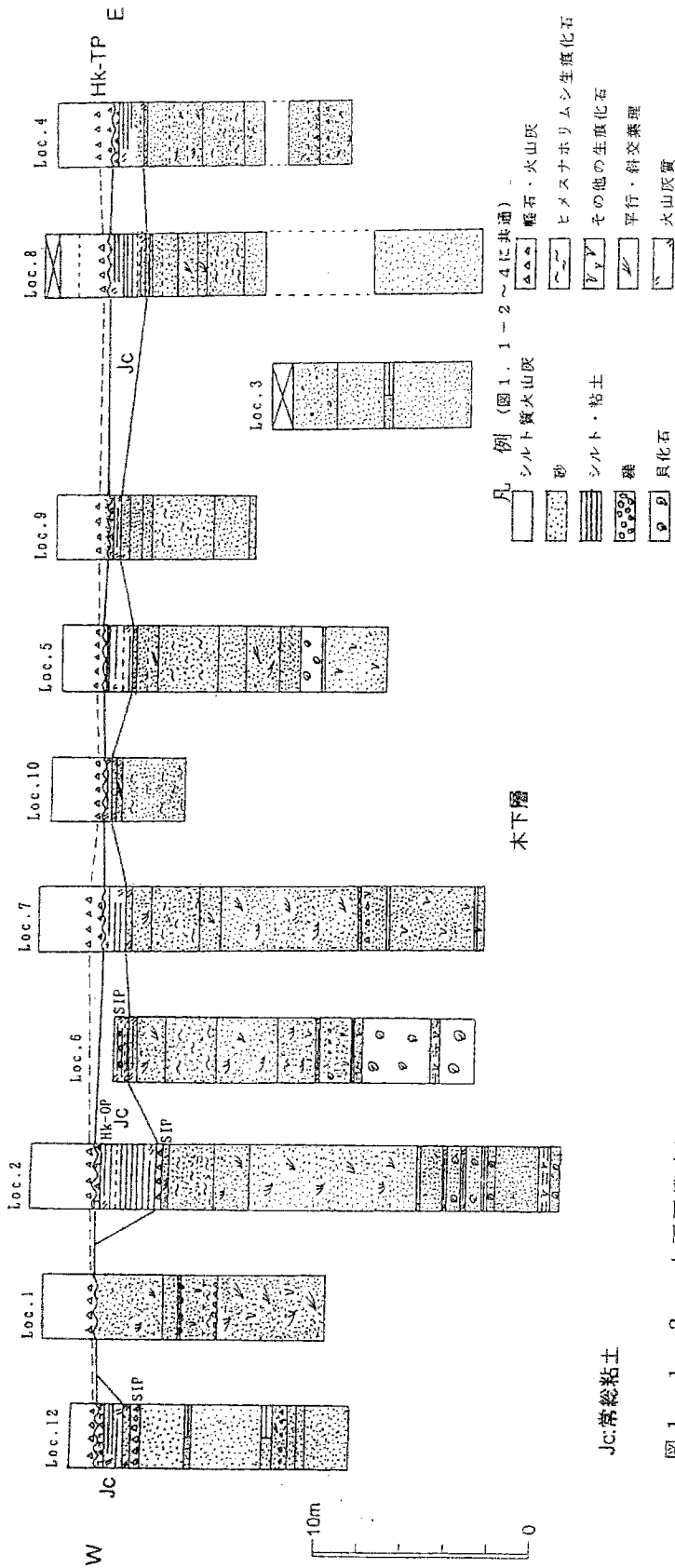


図 1. 1-2 木下面構成層の対比図(北部)
房総半島北部地域のうち2万5千分の1地形図の千葉東部および八街の範囲。

新期関東ローム層

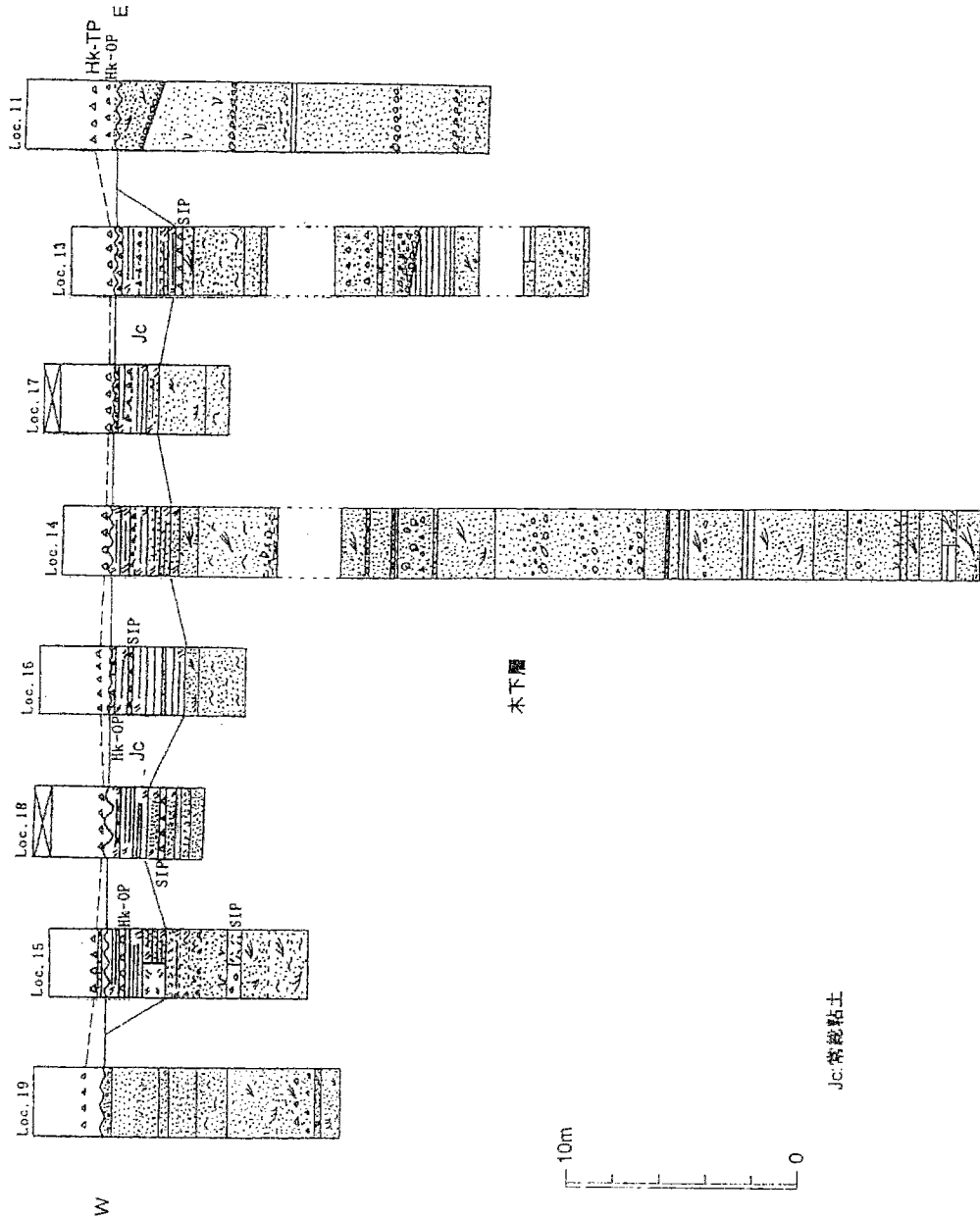


図 1. 1 - 3 木下面構成層の対比図(中部)
 房総半島北部地域のうち 2 万 5 千分の 1 地形図の五井・蘇我および
 東金の範囲。

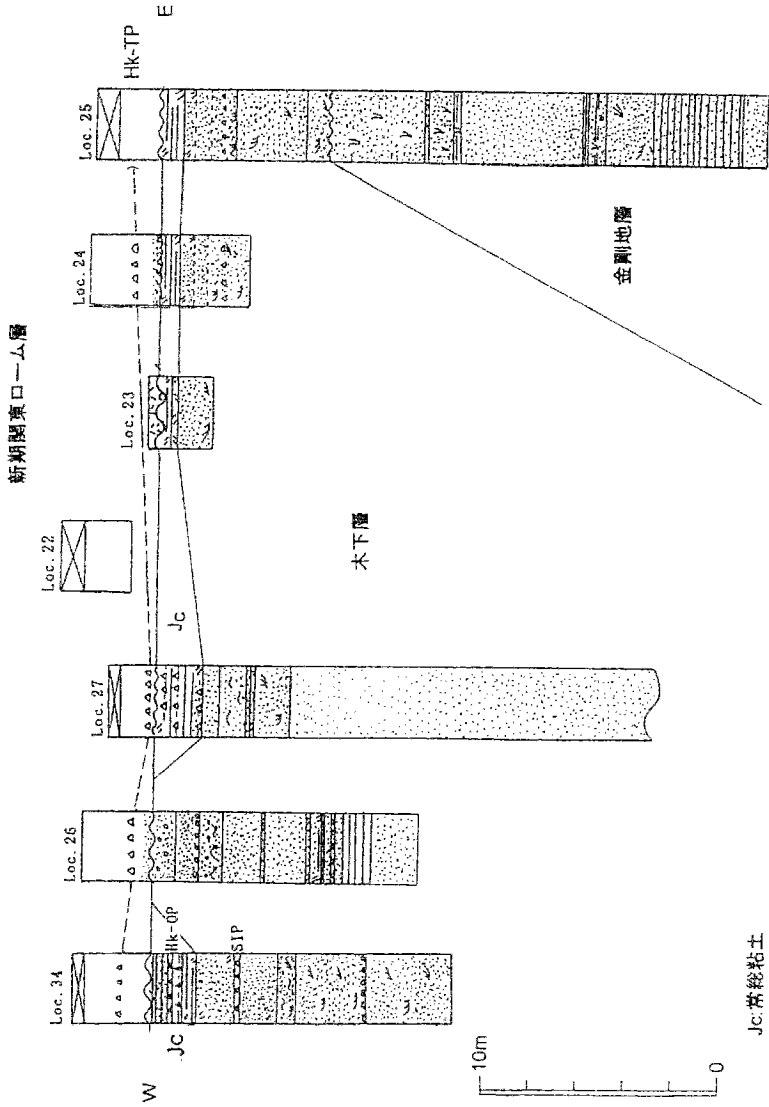


図 1. 1-4 木下面構成層の対比図(南部)
房総半島北部地域のうち2万5千分の1地形図の奈良輪・姉崎・海士有木・茂原および上総横田の範囲。

1. 1. 3 まとめ

今回の研究対象である木下面の構成層は徳橋・遠藤(1984)に従い、下位より木下層、常総粘土、新期関東ローム層に区分した。これらの地層に挟在する主要な火山灰層、すなわち噴出年代値が推定されている火山灰としては木下層または常総粘土のSIP、常総粘土または新期関東ローム層のHk-0P、新期関東ローム層のHk-TPが挙げられる。

木下面における地殻変動を考える上での基準面の形成環境ならびに形成年代を定量化するために、本研究ではESR・TL年代測定法、貝化石・微化石・FeS₂・テフラ分析を行った。ESR・TL年代測定や古環境を推定するための貝化石試料は、二次化石の疑いのない自生のものであることが正確な年代測定や古環境解析を行う上での前提となる。また、微化石試料は粗粒な堆積物中に保存されにくいことから、細粒な堆積物から採取することが望まれる。さらに、基準面の形成時代の推定を行うテフラは上述の火山灰層が多数挟在することが必要である。これらの条件を1地点で満足するような木下面構成層の露頭は見出せなかったため、木下面構成層のLoc. 2およびLoc. 6の2地点の露頭を代表的露頭として選定した。

1. 2 房総半島南端地域の地形・地質

1. 2. 1 地形

本地域に分布する地形面を、北部地域と同様に2万5千分の1空中写真を用いて、面の連続性、分布高度、分布性状および地形面の開析状態等から区分した。その後、野外調査によって各面の分布を確かめ、高位面から順に沼Ⅰ面・Ⅱ面・Ⅲ面・Ⅳ面に区分した。なお、便宜上、洲崎から館山湾岸にかけてを東京湾側、洲崎から野島崎・千倉にかけての海岸線沿いを太平洋側と区分して説明する。

(1) 沼Ⅰ面

沼Ⅰ面は、東京湾側では丘陵縁辺部に断片的に分布する。分布高度は約30～20mである。太平洋側では海岸線に沿って狭長に分布しているが、瀬戸川沿いでは内陸部まで広く分布する。分布高度は約25～10mである。沼Ⅰ面は瀬戸川などの主要河川やその支流によって開析されている。

(2) 沼Ⅱ面

沼Ⅱ面は、東京湾側では館山市洲崎から沼にかけて海岸線にほぼ平行して帯状に分布するが、館山市街地東方では内陸部まで入り込んで広く分布している。分布高度は約40～5mである。沼Ⅰ面とは館山市宮城などで、比高3～5mの明瞭な段丘崖を以て接するが、一部で不明瞭な段丘崖で接する所が認められる。太平洋側では海岸線にほぼ平行して狭長に分布しているが、丸山川沿いでは内陸部まで広く分布する。分布高度は約20～15mである。沼Ⅰ面とは館山市小沼付近、千倉町千倉、千田－平磯付近で比高約2mの明瞭な段丘崖で接するが、一部では不明瞭な段丘崖をもって接する。沼Ⅱ面は平久里川や丸山川のような主要河川により開析されているが、その支流による開析はほとんど認められない。

(3) 沼Ⅲ面

沼Ⅲ面は、東京湾側では館山市洲崎から沼にかけて海岸線にほぼ平行して断続的に分布するが、館山市街地東方では平久里川などの主要河川に沿って内陸部まで広く分布している。分布高度は約15～5mである。沼Ⅱ面とは館山市城山公園西方で比高約5mの不明瞭な段丘崖を以て接する。太平洋側では海岸線にほぼ平行して狭長に分布しているが、丸山川沿いでは内陸部まで広く分布する。分布高度は約15～10mである。沼Ⅱ面とは千倉町千田－平磯付近、館山市小沼付近で比高約2mの明瞭な段丘崖を以て接するほか、一部では不明瞭な段丘崖を以て接する。沼Ⅰ面とは丸山町西原付近で比高約6mの明瞭な段丘崖を以て接する。沼Ⅲ面は全体的に開析程度は小さく、主要な河川の河口部付近、丸山川および平久里川沿いで開析されているにすぎない。

(4) 沼Ⅳ面

沼Ⅳ面は、東京湾側では海岸線に沿って断続的に帯状に分布し、北条海岸近辺で分布幅が比較的広い。分布高度は約10～5mである。全体的に見れば、沼Ⅲ面と比高約3mの不明瞭な段丘崖を以て接するが、一部では明瞭な段丘崖を以て接する。沼Ⅱ面とは館山市塩見付

近，洲崎付近で比高3～6mの明瞭な段丘崖で接する。太平洋側では海岸線沿いにはほぼ連続して帯状に分布するほか，丸山川沿いにも分布する。分布高度は約10～5mである。沼Ⅰ面とは瀬戸川沿いで比高約6mの明瞭な段丘崖を以て接し，沼Ⅱ面とは丸山町海発付近で比高約5mの明瞭な段丘崖で接する。また，沼Ⅲ面とは比高約2mの明瞭な段丘崖を以て接する。沼Ⅳ面は開析程度は極めて小さく，主要な河川の河口付近で開析されているにすぎない。

上述した地形面のうち，沼Ⅰ面以外の面上には浜堤が発達している。東京湾側では北条海岸より内陸部にかけて数条の並行配列する浜堤が認められる。一方，太平洋側では海岸線に沿って浜堤帯状に分布し，一部では並行配列も認められる。

以上に述べた各沼面の分布・性状を表1. 2-1にまとめて示す。

表 1. 2-1 房総半島南端地域に分布する地形面の性状一覽

地形面	分布状況	分布高度 (m)	平坦程度	開析程度	高位面との関係
沼IV面	東京湾側	10~5	平坦	開析程度は極めて小さく、主要河川の河口部付近で開析されているにすぎない。	全体的には沼水面と比高約3mの不明瞭な段丘崖を以て接するが、一部では明確な段丘崖を以て接する。沼II面とは比高約6mの明確な段丘崖で接する。
	太平洋側	10~5			
沼III面	東京湾側	15~5	平坦	全体的に開析程度は小さく、主要河川の河口部付近、丸山川および平久里川沿いで開析されているにすぎない。	沼II面と比高約5mの不明瞭な段丘崖を以て接する。
	太平洋側	15~10			
沼II面	東京湾側	40~5	平坦	主要河川により開析されているが、その支流による開析はほとんど認められない。	沼I面と比高約3mの明確な段丘崖を以て接するが、一部では不明瞭な段丘崖を以て接する。
	太平洋側	20~15			
沼I面	東京湾側	30~20	平坦	主要河川とその支流によって開析されている。	沼面の中で最高位面。
	太平洋側	25~10			

1. 2. 2 地質

本地域の研究対象である沼層に関連する模式柱状図を図1. 2-1に示す。なお、本研究における「沼層」の名称は、松島・吉村(1979)と同様に、上位の河成段丘堆積層に不整合に覆われる、主として海成層からなる地層に対して使用した。

前項で述べた地形面について、地層の確認を詳細に行ったが、館山市洲崎付近や館山市布良から千倉を経て丸山町に至る岩石段丘地域はもちろんのこと、館山低地や丸山川・瀬戸川流域等の堆積段丘地域においても地層の露出箇所は非常に少なかった。沼層を確認したのはわずかに10箇所であり、この沼層を不整合に覆う段丘堆積層については沼Ⅱ面段丘堆積層を1箇所、沼Ⅲ面段丘堆積層を4箇所、沼Ⅳ面段丘堆積層を1箇所確認した。1箇所を除くといずれの段丘堆積層も明瞭な基底礫を以て海成の沼層を覆うのが観察された。なお、離れた地域の沼層を岩相のみから対比するのは困難なため、沼層が比較的よく連続して観察できる館山市西郷の平久里川流域において地層対比を行った(図1. 2-2)。ここでは同地域に分布する沼層について述べる。

平久里川流域に分布する沼層は、Loc. 38~42にかけては下流側へ6°以下で緩く傾斜し、下位より泥炭を挟む厚さ約1.5mのシルト層、厚さ0.2~1.5mの砂礫層、礫層・泥炭を挟む厚さ約3.5mのシルト層、自生の貝化石を含む厚さ約2.5mのシルト層、貝化石を多量に含む厚さ1~1.5mの粗粒砂、自生の貝化石を含む厚さ2.7mの細粒砂層の順に重なる。このうち、最下部のシルト層は基盤の滝川礫岩にアバットしている(Loc. 38)。一方、同じ平久里川のLoc. 43では、基盤のシルト岩上に厚さ約1mのカキ礁、自生の貝化石を含む厚さ約1.7mのシルト層の順に重なる。なお、この地点は、松島(1979)・松島・吉村(1979)が詳細な調査を行った地点であり、カキ礁が沼サンゴ層に、その上位のシルト層が沼上部泥層にあたる。

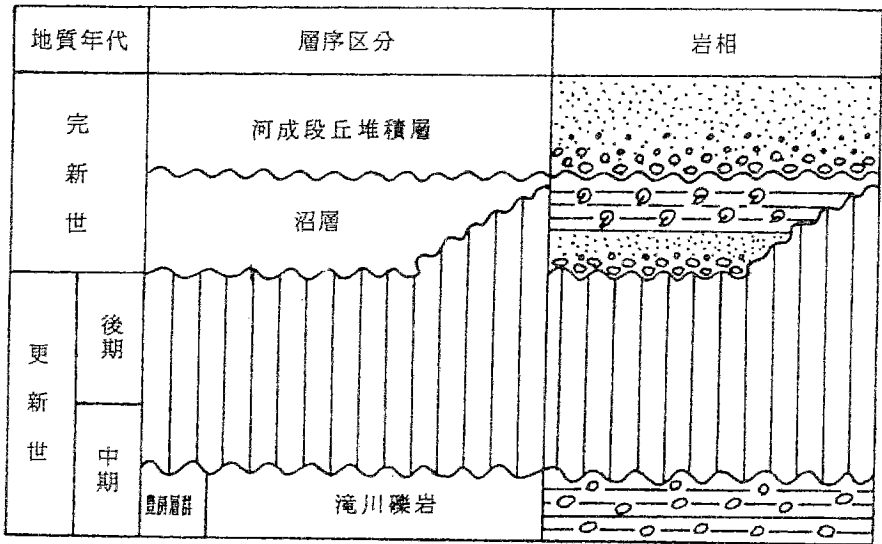


図 1. 2 - 1 房総半島南端地域に分布する中部更新統～完新統の模式柱状図

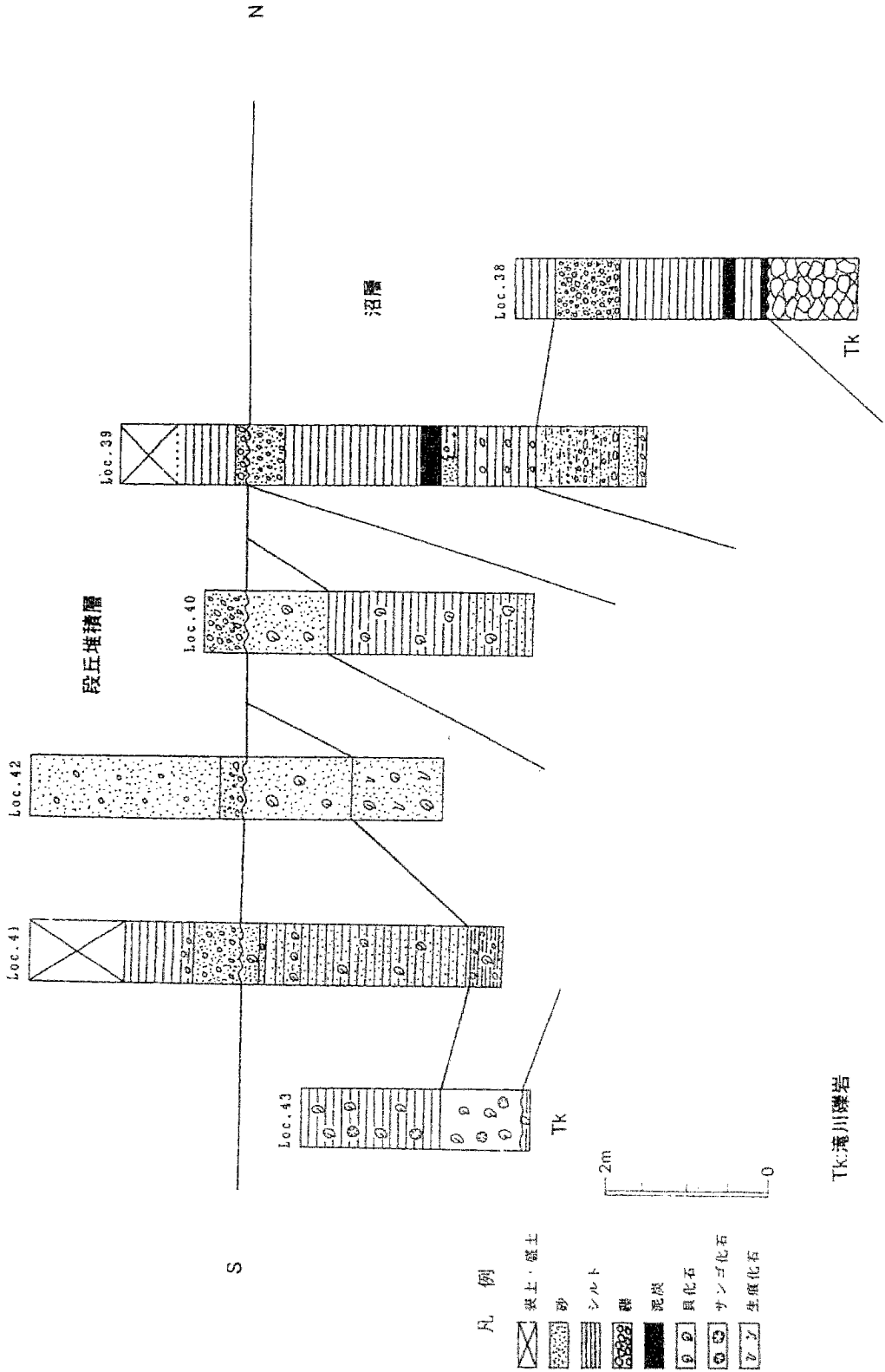


図 1. 2 - 2 館山市西郷平久里川流域の地層対比図

1. 2. 3 まとめ

本調査地域の研究対象である沼面は、中田ほか(1980)と同様に高位面より順に沼Ⅰ～Ⅳの4面に区分される。堆積段丘面の分布する地域において、沼層の観察を行った結果、沼Ⅰ面を除く各面は沼層とそれを不整合に覆う段丘堆積層に区分され、沼層中には多くの地点で貝化石が認められた。一方、岩石段丘面の分布する地域では、ほとんど堆積物を確認することができなかった。

木下面構成層と同様に、沼面における地殻変動を考える上での基準面の形成環境や形成年代を定量化するために、本研究では ^{14}C ・ESR・TL年代測定、貝化石・微化石・ FeS_2 分析を行った。試料を採取する条件は木下面構成層と同様であるが、ここでも1地点ですべての条件を満足できるような露頭は見出せなかった。そこで館山市西郷の平久里川流域においてほぼ連続した一連の露頭であるLoc. 39～42の5地点と、松島・吉村(1979)で多数の ^{14}C 年代値が報告されているLoc. 43の計6地点を、沼面構成層の代表的露頭として選定した。

2 年代測定および古環境解析

前章で選定した木下面構成層の代表的な地点Loc. 2, Loc. 6(図2-1参照)および沼層の代表的な地点Loc. 38~43(図2-2参照)において、地殻運動を把握するための基準面の形成年代や形成環境を定量化する目的で、ESR年代測定、TL年代測定、 ^{14}C 年代測定、貝化石・微化石(花粉, 珪藻, 有孔虫, 貝形虫)・ FeS_2 ・テフラ分析を実施した。なお、試料の採取に先立ち、Loc. 2, Loc. 6, Loc. 38, Loc. 40, Loc. 41においては水準測量を伴う詳細露頭観察を行った。測量に際しては、ポケットコンパスを使用し、2万5千分の1地形図の水準点、三角点ないしは標高点を仮原点の標高とした。

Loc. 2では、図2-3に示すように、KN-1~20の層準から各種の試料を採取した。すなわち、テフラ分析試料として木下層~新期関東ローム層の軽石または細粒火山灰から8試料、花粉化石分析試料として木下層~常総粘土の細粒堆積物から8試料、珪藻化石分析試料として木下層~常総粘土の細粒堆積物から6試料、有孔虫および貝形虫化石分析試料として木下層の細粒堆積物から各々4試料、貝化石分析試料として木下層の貝化石床から2試料、 FeS_2 分析試料として木下層~常総粘土の堆積物から11試料採取した。 ^{14}C 年代測定試料として常総粘土の炭質物1試料を採取した。

Loc. 6では、図2-4に示すように、KH-1~9の層準から各種の試料を採取した。すなわち、テフラ分析試料として常総粘土の軽石質シルト~細粒砂から1試料、ESR年代測定試料として木下層の自生~半自生の貝化石を4試料、TL年代測定試料として木下層の自生~半自生の貝化石を2試料、花粉・珪藻・有孔虫・貝形虫化石分析試料として木下層の細粒堆積物から各々3試料、貝化石分析試料として木下層の貝化石床から3試料採取した。

Loc. 38では、図2-5に示すように、N-1~4の層準から各種の試料を採取した。すなわち、 ^{14}C 年代測定試料として沼層の泥炭から1試料、花粉・珪藻化石および FeS_2 分析試料として沼層のシルト~粘土から各々3試料採取した。

Loc. 39では、図2-6に示すように、N-5~7の層準から、花粉・珪藻・有孔虫・貝形虫化石および FeS_2 分析試料として沼層のシルトおよび泥炭を各々3試料採取した。

Loc. 40では、図2-7に示すように、N-8~11の層準から各種の試料を採取した。すなわち、 ^{14}C 年代測定試料として沼層の自生の貝化石を1試料、ESR年代測定試料として沼層の自生の貝化石を2試料、TL年代測定試料として沼層の自生の貝化石を1試料、花粉・珪藻・有孔虫・貝形虫化石および FeS_2 分析用試料として沼層のシルトから各々1試料、貝化石分析試料として2試料採取した。

Loc. 41では、図2-8に示すように、N-14~17の層準から各種の試料を採取した。すなわち、 ^{14}C 年代測定試料として沼層の自生の貝化石を1試料、ESR年代測定試料として沼層の自生の貝化石を2試料、TL年代測定試料として沼層の自生の貝化石を1試料、花粉・珪藻化石および FeS_2 分析用試料として沼層~沼皿面段丘堆積層の細粒砂~シルトから各々

3試料，有孔虫・貝形虫化石分析試料として沼層の細粒砂から各々2試料，貝化石分析試料として2試料採取した。

Loc. 42では，図 2 - 9 に示すように，沼層のN-12～13の2層準から貝化石分析試料を採取した。

Loc. 43では，図 2 - 1 0 に示すように，沼層のN-18～19の2層準から貝化石分析試料を採取した。

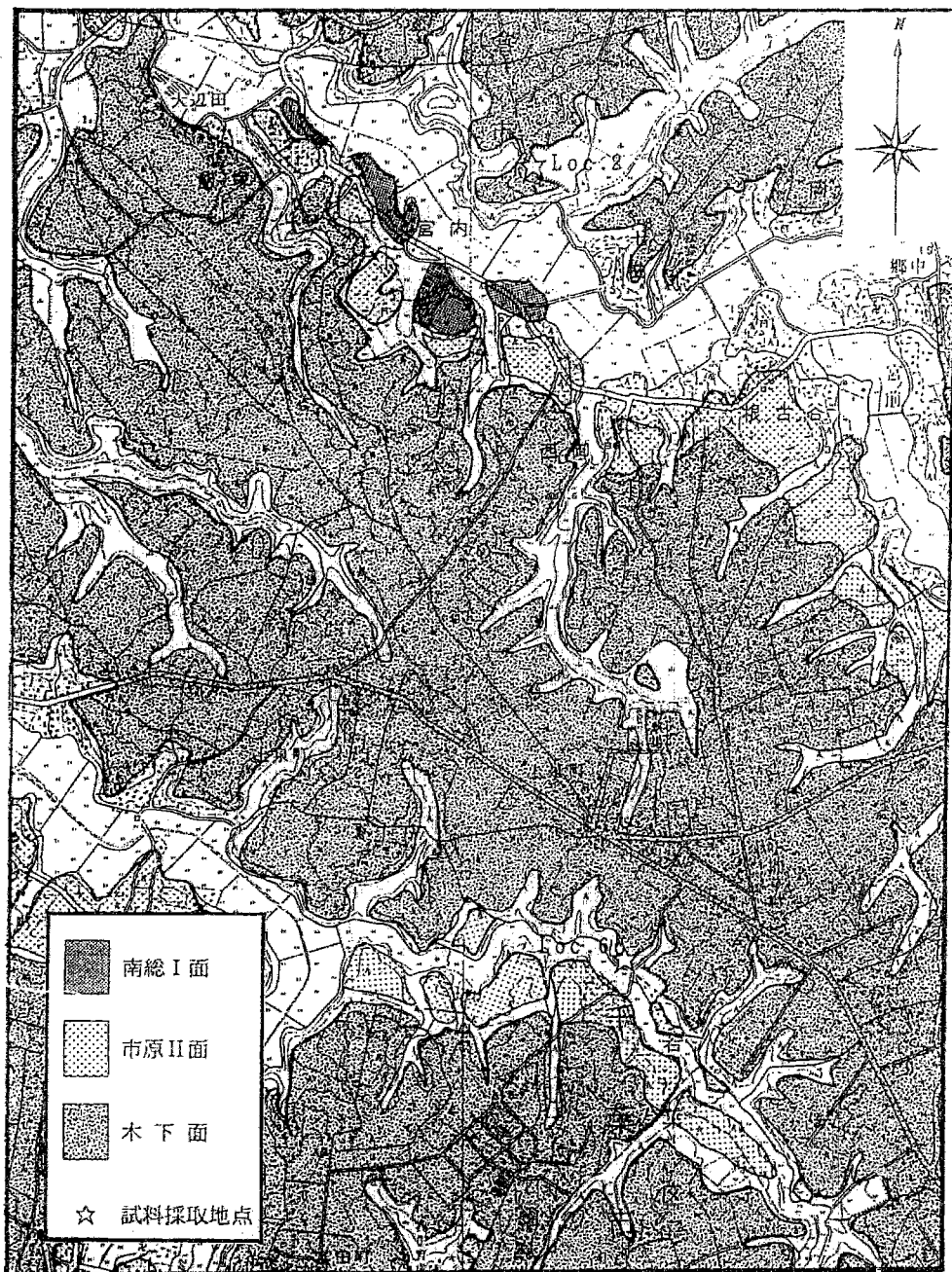


図 2 - 1 木下面構成層の露頭観察および試料採取地点

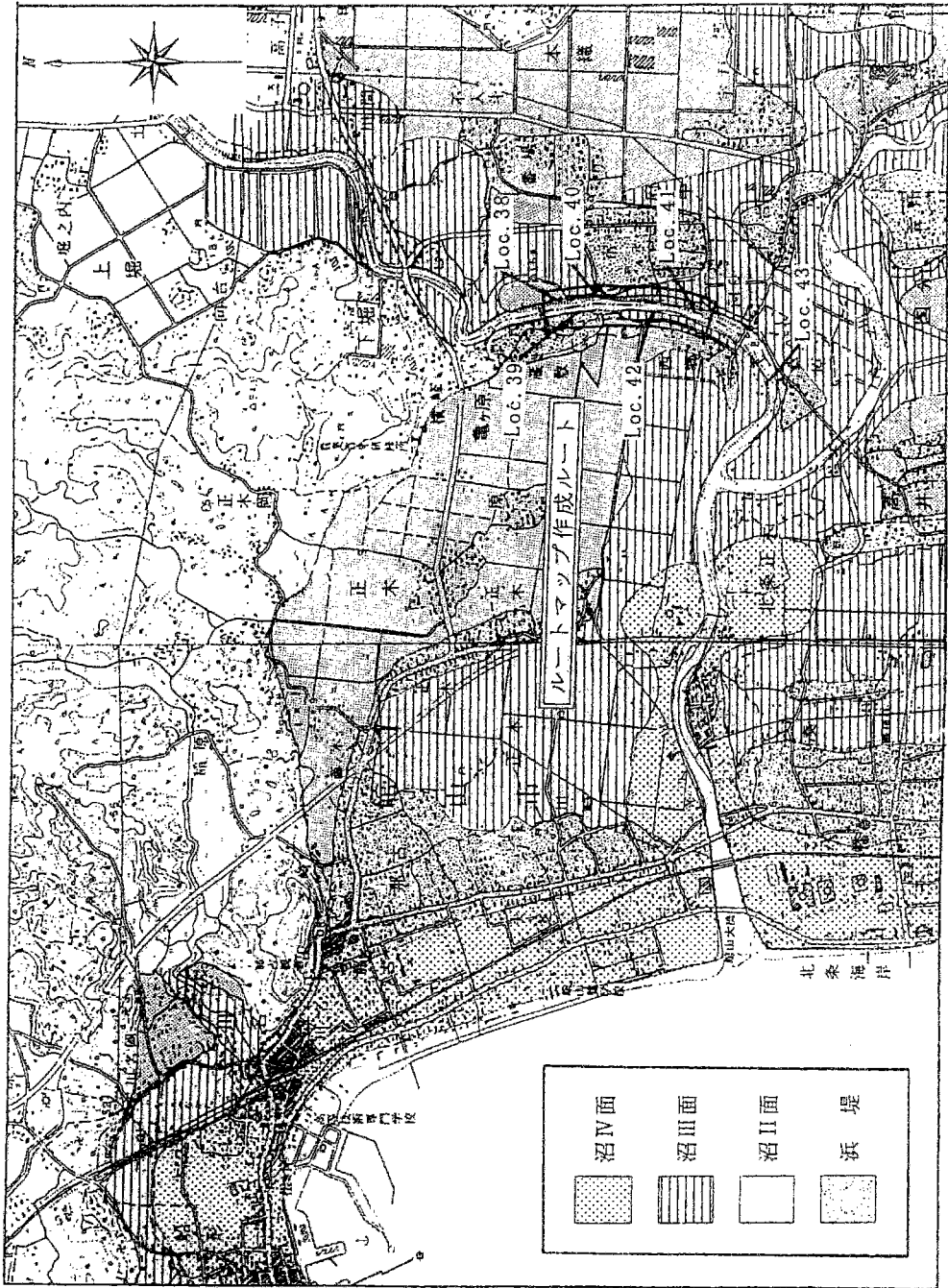


図 2-2 沼層の露頭観察および試料採取地点

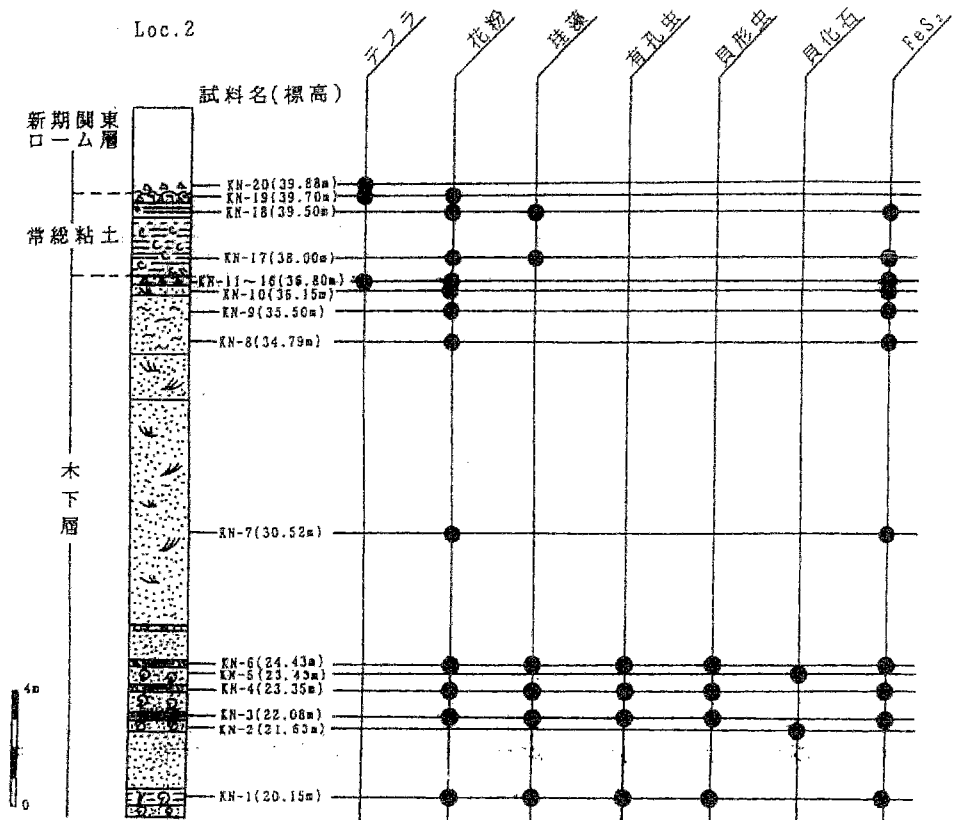


図 2 - 3 Loc. 2 の各種試料採取層準

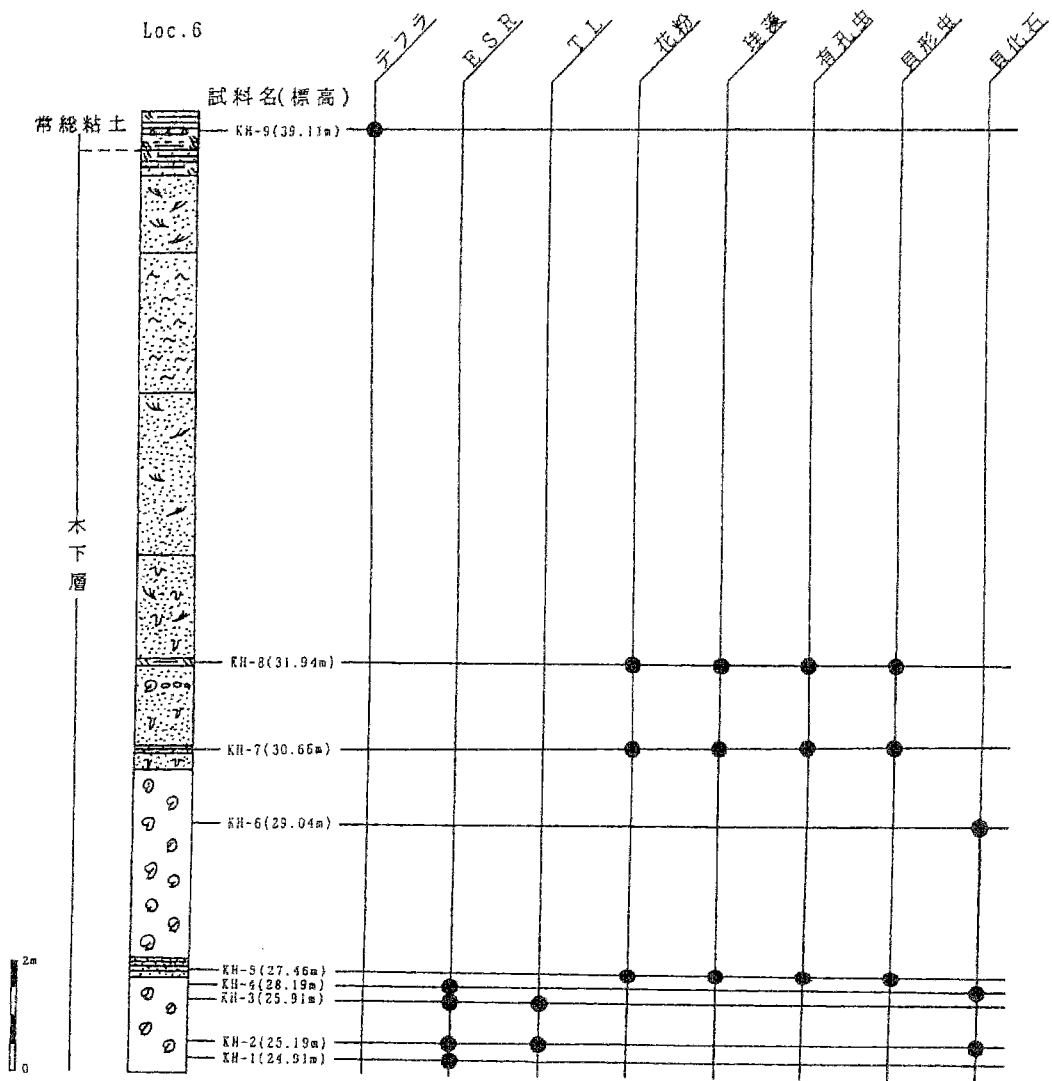


図 2 - 4 Loc. 6の各種試料採取層準

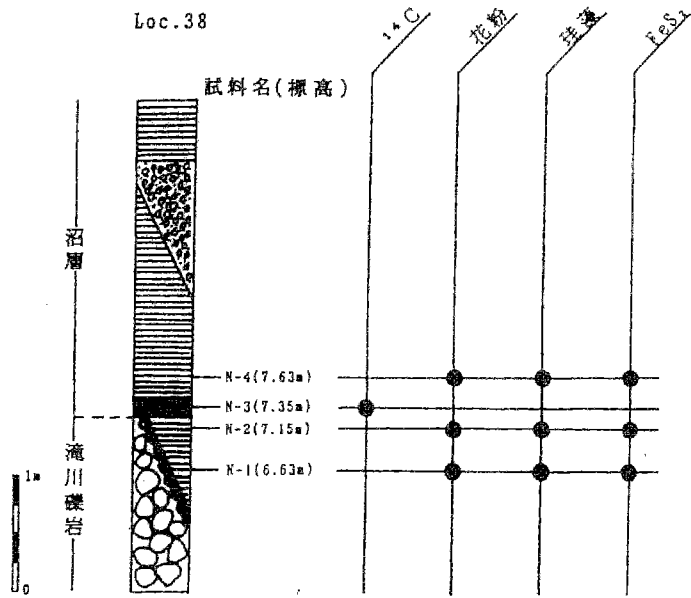


図 2 - 5 Loc. 38の各種試料採取層準

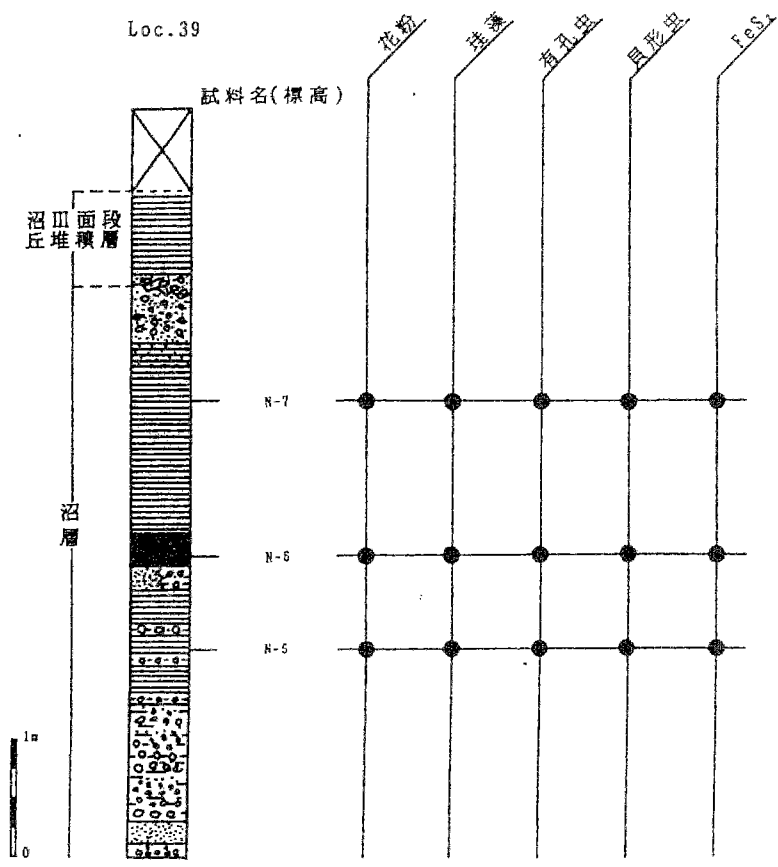


図 2 - 6 Loc. 39の各種試料採取層準

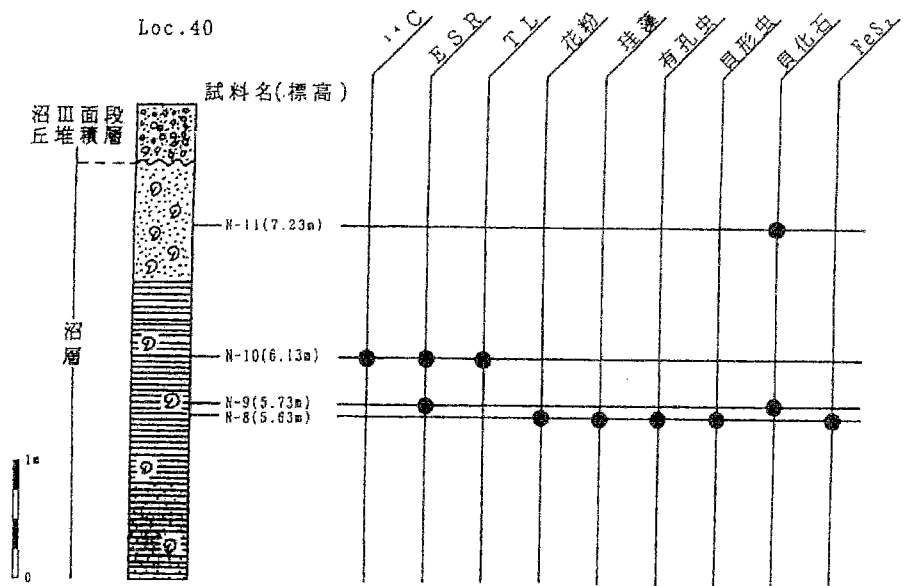


図 2 - 7 Loc. 40の各種試料採取層準

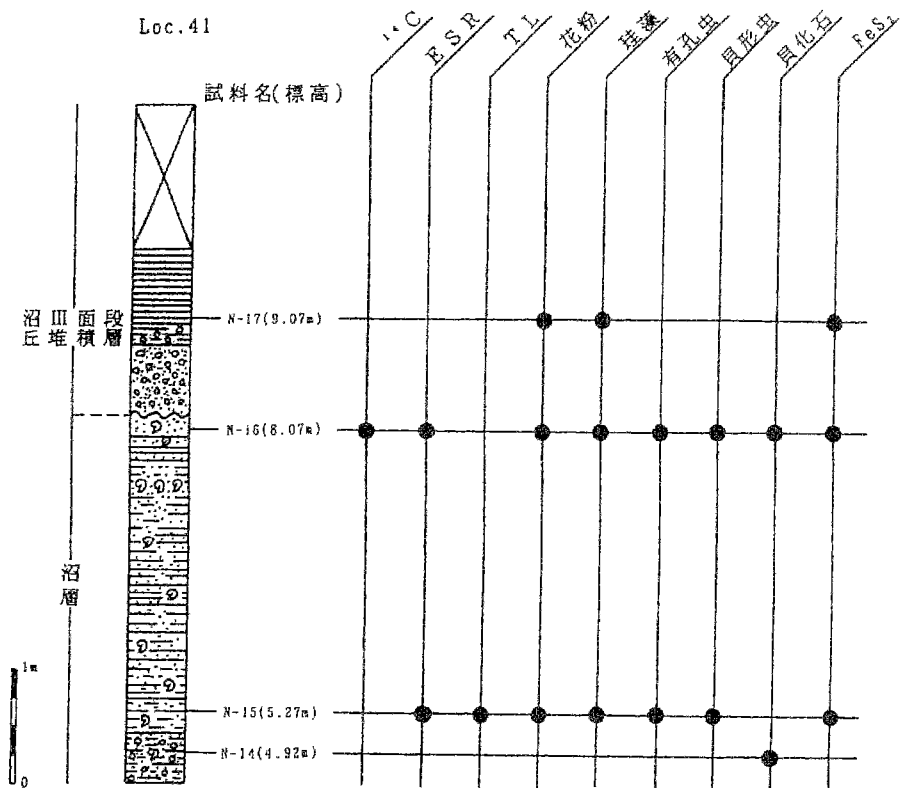


図 2 - 8 Loc. 41の各種試料採取層準

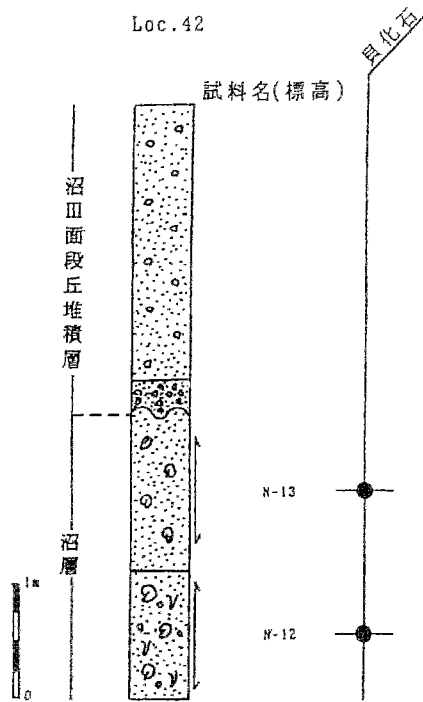


図 2 - 9 Loc. 42の各種試料採取層準

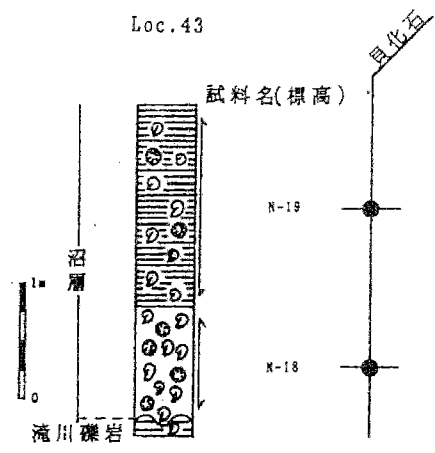


図 2 - 1 0 Loc. 43の各種試料採取層準

2. 1 年代測定

地殻変動を定量的に把握するために必要な基準面の形成年代を、 ^{14}C 年代測定法、ESR年代測定法、TL年代測定法の測定結果から推定するとともに、これらの年代測定法の適正の検討を行った。

2. 1. 1 ^{14}C 年代測定

年代測定に供した試料は、沼層の泥炭(N-3)および貝化石(N-10, N-16)の4試料であり(試料採取層準; 図2-5, 7, 8参照), 貝化石試料はいずれも自生の産状を示す*Dosinella penicillata*である。 ^{14}C 年代測定を行うためには少なくとも4g以上の炭素含有量が必要なため、泥炭については乾燥重量で100g以上を、貝化石については乾燥重量で40~80g(個体数にして4~8個体)を試料とした。なお、常総粘土から採取した炭質物は十分な炭素含有量に達していなかったため、年代測定を行えなかった。

^{14}C 年代計算に対する基本式は、 ^{14}C の初期濃度を N_0 、測定試料のそれを N 、 ^{14}C の壊変定数を λ とすると、以下のように表される。

$$t = \frac{2.303}{\lambda} \log \frac{N_0}{N} \quad \text{-----}(1)$$

また、 $\delta^{14}\text{C}$ は、NBSシュウ酸標準体の ^{14}C 濃度の95%を N_s 、測定試料のそれを N とすると次のように定義される。

$$\delta^{14}\text{C} = \frac{N - N_s}{N_s} \times 1000 \quad \text{-----}(2)$$

この式から

$$\frac{N_s}{N} = \frac{1000}{\delta^{14}\text{C} + 1000} \quad \text{-----}(3)$$

ここで、Libbyの半減期を用いると、 $\lambda = 1.2449 \times 10^{-4} \text{ yr}^{-1}$ となり、この値と(3)を(1)に代入して整理された以下の式で年代値を求める。

$$t = 18500 \log \frac{1000}{\delta^{14}\text{C} + 1000}$$

なお、バックグラウンド、標準体および試料の ^{14}C 濃度の測定に統計的誤差が内在するために、通常標準偏差(1σ)を各測定年代値に付与する。

今回の ^{14}C 年代測定は、テレダイン ジャパン株式会社に依頼した。その測定結果を表

2. 1-1 に示す。

表 2. 1-1 測定試料の $-\delta^{14}\text{C}$ と ^{14}C 年代値

試料	アイソトープ試料番号	$-\delta^{14}\text{C}$	年代値 (y. B. P.)
N-3	I-17, 528	716 ± 8	$10, 110 \pm 230$
N-10	I-17, 529	551 ± 6	$6, 430 \pm 110$
N-16	I-17, 530	402 ± 8	$4, 130 \pm 110$

2. 1. 2 ESR年代測定

今回、年代測定に供した貝化石は、木下層ではKH-1~4の4試料、沼層ではN-9~10・N-15~16の4試料である(試料採取層準; 図2-4, 7, 8参照)。各貝化石試料は、自生ないし半自生(合併)の産状を呈するアラゴナイトの殻からなる種であり、その同定結果を表2.1-2に示す。

上記の試料を用いて、以下の方法でESR年代値を算定した。

(1) 年間線量率(D)の見積

試料の回りの堆積物中の放射性元素濃度(表2.1-3)からNambi and Aitken (1986)の線量率変換表を利用し、H₂Oによる放射線遮蔽の効果も考慮して、年間線量率を以下の式で算定した。その結果を表2.1-4にまとめて示す。なお、試料調整によりα線の効果が、さらに、試料採取の深さから宇宙線の影響が無視できると判断した。

$$D = \frac{D\beta}{1+1.25\Delta} + \frac{D\gamma}{1+\Delta}$$

$$\text{ただし, } D\beta = 0.0286(\text{Th}) + 0.147(\text{U}) + 0.676(\text{K}_{20})$$

$$D\gamma = 0.0521(\text{Th}) + 0.1136(\text{U}) + 0.202(\text{K}_{20})$$

Δ 含水比

(2) 総被曝線量(TD)の決定

総被曝線量は、段階的人工照射によって得られた測定値(対象信号(C信号)と同時に測定されるESRマーカ(Mn²⁺)との強度比)を縦軸に、吸収線量を横軸にとり、最小自乗法によって飽和曲線に回帰させて求めた。図2.1-1~2には、飽和曲線回帰によって得られる各試料のTD値をそれぞれ示し、また、結果を表2.1-4にまとめて示した。

(3) ESR年代値の算定

総被曝線量と年間線量率から求めた貝化石のESR年代値を表2.1-4に示した。なお、ESR年代値は有効数字2ケタで示した。

表 2. 1 - 2 貝化石試料の同定結果

試料名	貝化石名
N - 9	<i>Dosinella penicillata</i>
N - 1 0	<i>Dosinella penicillata</i>
N - 1 5	<i>Dosinella penicillata</i>
N - 1 6	<i>Dosinella penicillata</i>
K H - 1	<i>Glycymeris vestita</i>
K H - 2	<i>Glycymeris vestita</i>
K H - 3	<i>Tresus keenae</i>
K H - 4	<i>Tresus keenae</i>

表 2. 1 - 3 貝化石試料周辺の放射性元素濃度および含水比

試料名	U (ppm)	Th (ppm)	K ₂ O (%)	含水比 (%)
N - 9	1.3	4.5	1.82	36.2
N - 1 0	1.5	5.3	1.86	41.4
N - 1 5	1.8	5.3	1.79	31.8
N - 1 6	1.7	6.0	2.16	28.9
K H - 1	0.5	1.9	1.13	20.7
K H - 2	0.7	2.2	1.18	10.9
K H - 3	0.5	1.9	1.26	7.8
K H - 4	0.6	2.8	1.17	19.8

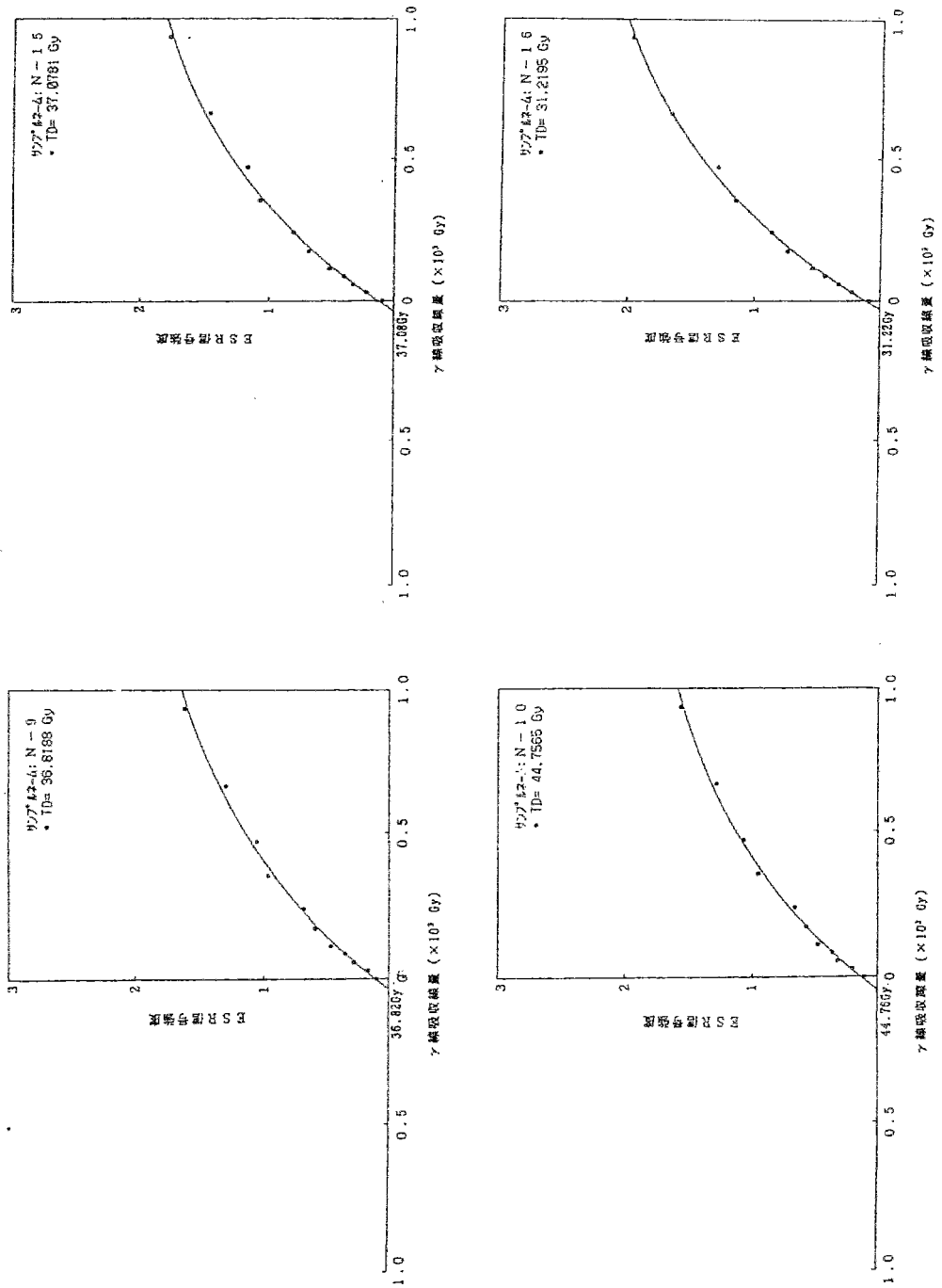


図 2. 1-1 沼層試料の付加線量に伴う ESR 信号強度変化および飽和曲線回帰によ
って得られる総被曝線量 (TD 値)

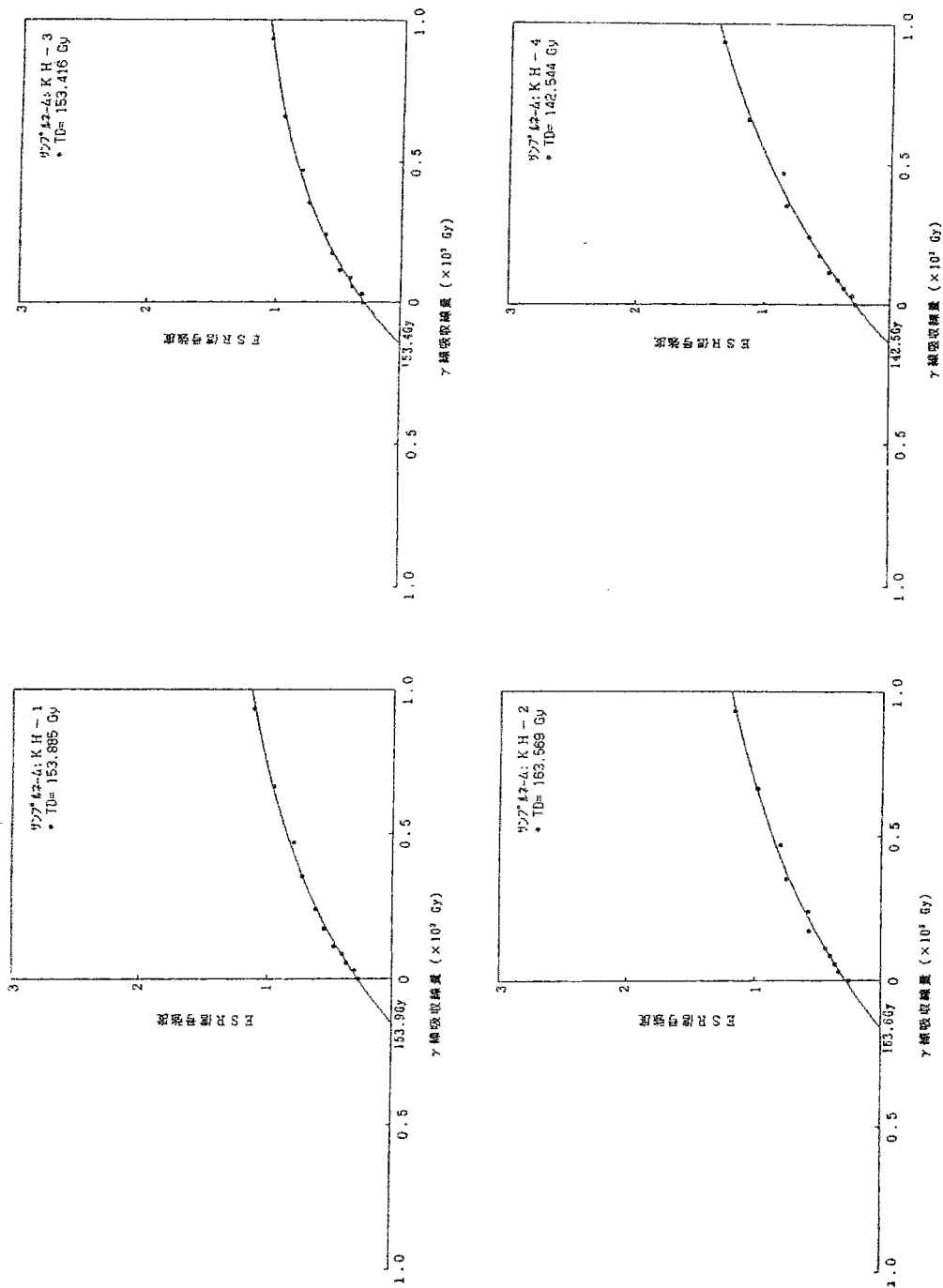


図2. 1-2 木下層試料の付加線量に伴うESR信号強度変化および飽和曲線回帰によって得られる総被曝線量(TD値)

表2. 1-4 貝化石試料に関する年間線量率, 総被曝線量およびESR年代値

試料名	年間線量率 (Gy/y)	総被曝線量 (Gy)	ESR年代値 ($\times 10^4$ y)
N-9	1.6177×10^{-3}	36.82	2.3
N-10	1.6553×10^{-3}	42.50	2.6
N-15	1.8027×10^{-3}	37.08	2.1
N-16	2.1131×10^{-3}	31.22	1.5
KH-1	1.0266×10^{-3}	153.9	15
KH-2	1.2380×10^{-3}	163.6	13
KH-3	1.2732×10^{-3}	153.4	12
KH-4	1.1448×10^{-3}	142.5	12

2. 1. 3 TL年代測定

今回のTL年代測定は、新潟大学理学部化学教室(橋本哲夫教授)のもとで青木大茂修士の未公表データとその考察に依拠して実施した。

今回、年代測定に供した貝化石は、木下層のKH-2・KH-3の2試料と、沼層のN-10・N-15の2試料である(試料採取層準 図2-4, 7, 8参照)。これらの試料は、全てアラゴナイトから成るもので、ESR年代測定に用いた試料の一部である。これらの試料を用いて以下の方法でTL年代値を算定した。

(1)天然蓄積線量(PD)の決定

人工的に付加線量を与えた試料から得られるグロークラブには、しばしば低温域において、不安定な捕捉状態からの発光が認められる。したがって、TL量から天然蓄積線量を求める際、人工的に付加した線量とTL量とが比例する温度領域を定める必要がある。そこで、天然試料そのものと既知線量を人工照射した試料とを測定し、縦軸に10℃ごとの人工照射試料からのTL積算値($N + \gamma$)に対する天然TL積算値(N)の比をとり、横軸の温度(100~400℃)に対する変化が少ない温度領域(プラトー域)のTL積算値を各付加線量について求めた(プラトーテスト)。

ところで、青木(1992,MS)によれば、アラゴナイトにおけるプラトー域は100~160℃であり、220℃付近よりアラゴナイトからカルサイトへの転移とそれによる発光が始まる。そのカルサイトへの転移量はおよそ260℃で10%、270℃で15%、300℃で25%、320℃で35%であり、370℃で50%に達する。それゆえ、アラゴナイトを測定対象とする場合には、①200℃以上の高温領域での全発光量から転移によって生じた発光量を差し引くことによって天然蓄積線量を求める方法②アラゴナイトにおけるプラトー域(100~160℃)での天然蓄積線量を求める方法の2つが考えられる。しかし、アラゴナイトからカルサイトへの転移の実体は未だ確認しておらず、それに伴う発光量の変化も未確認の状況にあるため、現在のところ①の方法から天然蓄積線量を求めることができない。一方、100~160℃の温度範囲のプラトーカーブを見ると、測定値にバラツキが多く、付加線量と発光量との間に比例関係を認定し難い。これは、バックグラウンドのカウント数と測定値のそれが極めて近似していることによる。そのなかでも、KH-2の100~120℃の温度範囲は、付加線量と発光量との関係が比例関係に近いので、付加線量とTL強度の積算値から飽和曲線回帰により天然蓄積線量を求めた。その結果を図2. 1-3に示す。この飽和曲線回帰から、TLの天然蓄積線量は192.876Gyとなる。

(2)年間線量率の見積

ESR法で述べたものと同様である。今回の解析結果からTLの天然蓄積線量が求められたのはKH-2のみである。その年間線量率は前項の表2. 1-4から 1.2380×10^{-3} (Gy/y)と求まる。

(3)TL年代値の算定

今回天然蓄積線量を求めることができたKH-2のTL年代値を算定すると、以下の通りである。

$$192.876\text{Gy} \div 1.2380 \times 10^{-2} \text{Gy/y} \approx 16 \times 10^4 \text{y}$$

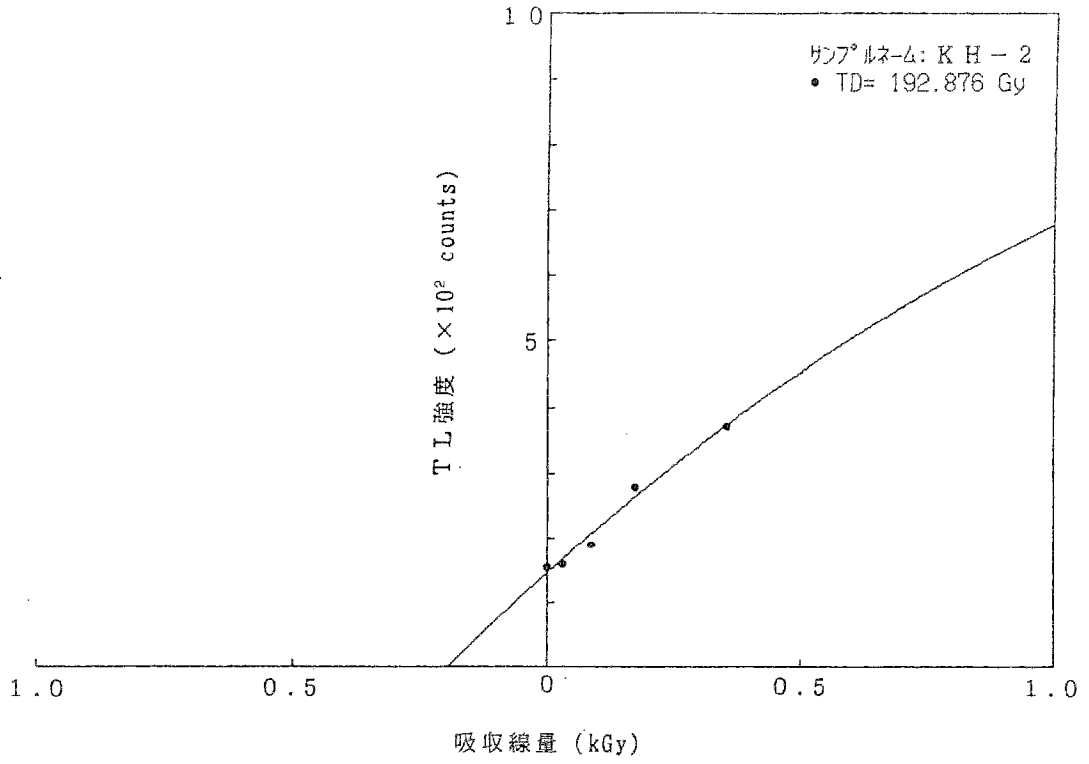


図 2. 1-3 KH-2 の付加線量に伴う 100 ~ 120°C の温度範囲での TL 発光量変化および飽和曲線回帰によって得られる総被曝線量

2. 1. 4 年代測定結果の検討

本項では、前項で述べた ^{14}C 年代測定法、ESR年代測定法およびTL年代測定法について比較検討を行うと共に、各試料を採取した地層の年代を推定した。その結果を2. 1-5にまとめて示す。

(1) ^{14}C 年代測定法

N-3, N-10, N-16の試料は、松島(1979)や松島・吉村(1979)で ^{14}C 年代値を報告している地点付近の沼層から採取したものであり、今回測定した ^{14}C 年代値は横田(1978), 松島・吉村(1979), 中田ほか(1980), Frydl(1982)等が報告した沼層あるいは沼層相当層の ^{14}C 年代値の範囲内にある。特に、N-16は、松島(1979)や松島・吉村(1979)の沼上部泥層あるいは沼上部シルト層に対比され、今回得られた ^{14}C 年代値4,130y. B.P. は、彼らの報告している ^{14}C 年代値4,440~4,840y. B.P. とほぼ一致している。

^{14}C 年代測定値の信頼性を検討する場合、測定精度および試料調整過程における汚染の有無を検討する他に、①年代計算に用いた ^{14}C の半減期の妥当性、② ^{14}C 濃度の初期値が一定であったという仮定の妥当性(②-a ^{14}C 濃度の地域差および②-b ^{14}C 濃度の経年変化)を調べる必要があるとされている(中村・中井, 1988)。

① ^{14}C の半減期について

^{14}C の半減期として5,730 \pm 40年が信頼度の高い値とされているが、半減期を変更することによる混乱を避けるため、慣例としてLibbyの半減期5,568 \pm 30年が ^{14}C 年代値算定の際に用いられている。したがって、真の年代値は ^{14}C 年代値の約3%古いことになる(表2. 1-5参照)。

②-a ^{14}C 濃度の地域差について

地球規模での大気 CO_2 の ^{14}C 濃度の不均一性は無視できるとされているが、海水中の ^{14}C 濃度に緯度依存性や深度変化が認められている。このような海水中の ^{14}C 濃度分布については、不明な点が多く、そのような環境下で生成された試料に対する ^{14}C 初期濃度の補正は難しいとされている(中村・中井, 1988)。

今回の試料のうち、N-10とN-16の試料は、中緯度域に生息する内湾の浅海性貝化石であることから、上記のような ^{14}C 初期濃度の不均一性があるものと推定される。

②-b ^{14}C 濃度の経年変化

古地磁気の強度の変化によって、大気圏に到達する宇宙線強度が変化したことが知られており、この宇宙線強度の変動に伴う過去の大気の CO_2 の ^{14}C 濃度変化が木の年輪の ^{14}C 濃度を追跡することによって求められている。

今回の試料のうちN-10とN-16の試料についてSternberg and Damon (1979)のデータをもとに ^{14}C 濃度の経年変化を考慮にいれた年代値を試算した結果、N-10の年代値は ^{14}C 年代

値の約13%，N-16の年代値は ^{14}C 年代値の約7%古い値となった(表2. 1-5)。なお、 ^{14}C 濃度に経年変化が認められているが、まだ統一された補正值が決められていないのが実状とされている(中井・中村, 1988)。

以上の考察から、今回の試料における ^{14}C 年代値と実際の年代値との間には、測定に関わる統計誤差以外に、約10%程度の相違がある(いずれも古い方へ偏する)と考えられる。

(2) ESR年代測定法

ESR年代値の誤差は、一般に10~20%程度とされ、誤差の原因として総被曝線量を求める際に生じるものと年間線量率を求める際に生じるものがあるとされている(今井・下川, 1988)。特に、年間線量率の見積りには、放射性元素の分布の不均一性・放射非平衡・含水率効果等の不確定要素や仮定が多く、最も誤差が生じやすいと考えられる。

沼層の試料(N-9~10, N-15~16)のESR年代値は、下位から $2.3\sim 2.6\times 10^4\text{y. B. P.}$ 、 $2.1\times 10^4\text{y. B. P.}$ 、 $1.5\times 10^4\text{y. B. P.}$ となり、層位学的に判断できる新旧関係と矛盾しない。しかし、前述した ^{14}C 年代値とは大きく異なり、3~5倍の値となった。この不一致は、ESR年代測定の適用限界が2万年前後にあることを示している可能性があり、今後の詳細な検討が必要と考えられる。

木下層の試料(KH-1~4)のESR年代値は、下位から $15\sim 13\times 10^4\text{y. B. P.}$ 、 $12\times 10^4\text{y. B. P.}$ となり、層位学的に判断できる新旧関係と矛盾しない。木下層相当層の桜井貝層(TAu-12からHk-K1P13のテフラの間の層準)のESR年代測定値については、大村・桜本(1986)により 14.9 ± 1.0 万年前(測定数13)、後川ほか(1988)により中部層準で 15.0 ± 0.5 万年前(測定数15)、上部層準で 17.4 ± 0.7 万年前(測定数10)とされている。今回の結果は、これらの結果に比べるとやや若い。大村・桜本(1986)のバラツキの範囲(13~16.5万年前)および後川ほか(1988)のバラツキの範囲(中部層準; 10~15.6万年前、上部層準; 14.3~21.6万年前)と比較すると、これらはほぼ一致しており、ESR年代測定法の再現性の良さを示している。

年間線量率についてみると、推定方法が異なるものの、粗粒な堆積物からなる木下層の $1.02\sim 1.27\text{mGy/y}$ に比べて、細粒な堆積物からなる桜井貝層は、大村・桜本(1986)で $0.66\sim 0.78\text{mGy/y}$ 、後川ほか(1988)で中部層準 0.63mGy/y 、上部層準 0.61mGy/y を示し、岩相の違いを表している。今回の木下層に見られる空隙の多い半固結の中~粗粒砂中に厚い層をなす貝化石床での年間線量率の推定方法、およびその年間線量率測定法の標準化の検討が必要である。

木下層(ESR年代測定で約 $13\times 10^4\text{y}$)程度の古さになると、クロスチェックする方法はほとんど無くなる。しかし、ESR年代値の集中度・再現性が良いため、この程度の古さでのESR年代値は試料の吟味・測定手法の標準化を進めることにより信頼度を高めることができると考えられる。

(3) TL年代測定法

TL年代測定においては、カルサイトよりなる硬組織試料では発光量の多い領域(高温領域)においてプラトー域が設定できるのに対して、アラゴナイトではそれができないため、測定対象がカルサイトに限定されていた。しかし、自然界においてはカルサイトは化学的沈澱作用や続成作用によっても生成されるため、その石灰質生物の死後に硬組織の隙間あるいは表面に晶出することが少なくない。一方、アラゴナイトは生体によってのみ生成される。そこで、他の測定と同じレベルでの論議に耐えるために、TL年代測定の対象をアラゴナイトとする、測定方法の開発が求められる。今回、その可能性を探りつつTL年代測定法を行った。その方法として、①低温領域(アラゴナイトからカルサイトに転移しにくい温度範囲；220℃以下)でのプラトー域の認定、②高温領域(アラゴナイトからカルサイトに転移する温度範囲；220℃以上)でのプラトー域の認定の2種類を考察する。

①低温領域

この温度範囲においては発光量が極めて小さく、バックグラウンドに近似した値しか示さない。青木(1992, MS)は、100～160℃の温度範囲にプラトー域を認定したが、今回の測定では、測点のバラツキが大きくプラトー域を認定しにくかった。そのなかで、参考程度ながら、KH-2の100～120℃の温度範囲を近似的にプラトー域とみなし、TLの天然蓄積線量を求めたところ、192.876Gy(TL年代値16万年前)となりESRの総被曝線量163.569Gy(ESR年代値13万年前)とほぼ等しい。このことは、アラゴナイトからカルサイトへの転移に伴う発光が始まるとされている220℃以下の温度範囲で、バックグラウンドの数倍の発光強度を確保できるのであれば、プラトー域を設定でき、ESRと同一試料での年代測定が可能であることを示唆していると考えられる。

このような温度範囲でプラトー域の設定を行うためには、試料増による発光量の増加が可能か、また光センサーの感度の向上が可能かなどの検討と測定システムの改良が必要である。また、低発光領域における測定法の標準化を進め、事例研究を重ねて測定限界を明確にすることも必要である。

②高温領域

青木(1992, MS)が述べているように、これらの温度領域では、プラトー域を認定できなかった。その原因として、加熱によるアラゴナイトからカルサイトへの転移に伴う発光が加わっていると考えられる。アラゴナイトからカルサイトへの転移の実体は、未だ確認しておらず、それに伴う発光量の変化も未確認である。

TLの発光量の測定法の標準化(バックグラウンドの扱いを含む)を行うこと、および事例研究を重ねることにより、TL年代測定とESR年代測定との関係を明確にできると考えられる。また、現生種と同一の試料を用いての事例研究を増すことによって、TL発光量を天然蓄積線量に起因する部分とアラゴナイトからカルサイトへの転移に起因する部分とに分別できると考えられる。

(4) 絶対年代測定法の検討と地層の形成年代の推定

今回の年代測定の結果から以下のような結論を得た。

- ① 数万年程度の年代推定には、 ^{14}C 年代測定法が有効である。ただし、 ^{14}C 濃度の初期値に地域差や経年変化があり、今回の試料では、その影響で真の年代値よりも ^{14}C 年代測定値の方が約10%程度若くなることが推定された。
- ② N-3については経年変化の知られている範囲を超えるため、どの程度 ^{14}C 濃度の初期値に偏りがあるのか不明であるが、同様な誤差を含みうると考えられる。さらに、試料が堆積物であるため、dead carbonを含み、 ^{14}C 濃度が希釈されている可能性もある。その場合には、 ^{14}C 年代測定値は実際の値よりも古いことになる。したがって、この試料の年代値は多くの不確定要素を有しているものと考えられるが、ここでは、 ^{14}C 年代測定値 $10,110 \pm 230\text{y. B. P.}$ をもって地層の年代値とする。
- ③ N-10およびN-16についてSternberg and Damon (1979)が図示した ^{14}C 濃度の経年変化を考慮して、それぞれ約7,270年前、約4,410年前と試算したが、未だ統一された補正值が決定されていない状況にあることから、それぞれ今回得られた ^{14}C 年代測定値； $6,430 \pm 110\text{y. B. P.}$ および $4,130 \pm 110\text{y. B. P.}$ をもって地層の年代とする。
- ④ ^{14}C 年代測定法の使用できない数万年以前の試料については、ESR年代測定法が最も有効な手法と考えられる。TL年代測定法については、試料がカルサイトに限られていたが、年代測定用の試料としてカルサイトは不適当であることから、アラゴナイトを用いる方法の開発が必要であり、それは可能であると考えられる。
- ⑤ KH-1~4は、層準が近いことから、各ESR年代値の単純平均をとって地層の年代を約13万年前と推定した。このESR年代値の誤差範囲(この数値の20%内)に測定年代値のすべてが包含される。

表 2. 1 - 5 各種年代測定法による年代値対応表

	¹⁴ C(y. B.P.) 半減期が5,568±30yの場合	¹⁴ C(y. B.P.) 半減期が5,730±30yの場合	¹⁴ C(y. B.P.) 経年変化を考慮した場合	ESR(y. B.P.)	TL(y. B.P.)
N-16	4,130±110	4,250±113	約4,410	1.5×10 ⁴	—
N-15	—	—	—	2.1×10 ⁴	—
N-10	6,430±110	6,617±113	約7,270	2.6×10 ⁴	—
N-9	—	—	—	2.3×10 ⁴	—
N-3	10,110±230	10,404±237	—	—	—
KH-4	—	—	—	12×10 ⁴	—
KH-3	—	—	—	12×10 ⁴	—
KH-2	—	—	—	13×10 ⁴	16×10 ⁴
KH-1	—	—	—	15×10 ⁴	—

2. 2 テフラ分析

野外調査において、地層中に挟在するテフラ(軽石や火山灰などの総称)は、粒度・色調などの層相と層位関係に基づいて対比・同定したが、ここでは、岩石記載的方法によるテフラの同定結果を述べるとともに、そのテフラの降下年代について考察する。なお、テフラの分析は、新井房夫群馬大学名誉教授に依頼した。

今回分析に供した試料は、Loc. 2およびLoc. 6の木下面構成層中に挟在するテフラである。野外調査の際に層相や層位関係から、試料KN-20は東京軽石(Hk-TP)、試料KN-19は小原台軽石(Hk-OP)、試料KN-16~11およびKH-9は三色アイス軽石(SIP=Hk-K1p群)と判断したものである。これらの試料の鉱物組成・斑晶鉱物の屈折率等の分析結果を表2. 2-1にまとめて示す。

試料はいずれも風化の進んだものばかりで、斜方輝石もほとんど風化消失している場合もあるが、斜方輝石の屈折率から上記の野外調査における判断の妥当性が判明した。なお、テフラ中に含まれる石英や角閃石については、円磨されていることから、二次的な混交物と判断される。

同定された各テフラの降下年代については、町田・新井(1992)などの論文に基づけば以下のように設定する。

(1)箱根東京テフラ(Hk-TP; 降下軽石, Hk-T; 軽石流)

町田・鈴木(1971)はHk-TP中の黒曜石を用いてフィッシュン・トラック年代値 $49,000 \pm 5,000(1\sigma)$ y. B. P. を、富樫・松本(1988)および中村ほか(1992)はHk-T中の炭化木を用いてそれぞれ ^{14}C 年代値 $50,100 \pm 270/-200(2\sigma)$ y. B. P., $52,310 \pm 360(1\sigma)$ y. B. P. を算出した。中村ほか(1992)は、Hk-TPの前後に挟在し、 ^{14}C 年代値の求められている他のテフラとの関係からHk-TPの降下年代を約5.2万年前と推定した。本報告書でもこの値をもってHk-TPの噴出年代とする。なお、町田・新井(1992)ではこのテフラの火山灰層位学的位置づけからその噴出年代を約6万年前と推定している。

(2)小原台軽石(Hk-OP)

町田・鈴木(1971)はHk-OP中の黒曜石を用いてフィッシュン・トラック年代値 $66,000 \pm 6,000(1\sigma)$ y. B. P. を算出した。この値は上位層準のHk-TPの年代値と矛盾しない。町田・新井(1992)は、このテフラの火山灰層位学的位置づけからその噴出年代を約8万年前と推定している。そこで、本報告書でもこの値をもってHk-OPの噴出年代とする。

(3)三色アイス軽石(SIP=Hk-K1p群)

今回の分析結果から、SIPの一部がHk-K1P6およびHk-K1P8~9に同定された。新井ほか(1977)によれば、下末吉丘陵のHk-K1P6~13の降下年代は最終間氷期最高海面期を過ぎて海退が進行していた時期に当たるとされている。Hk-K1P6, Hk-K1P8およびHk-K1P13に含まれる黒曜石を用いたフィッシュン・トラック年代値 $128,000 \pm 11,000(1\sigma)$ y. B. P., $132,000 \pm$

10,000(1 σ)y. B. P. および117,000 \pm 10,000(1 σ)y. B. P. が報告されていること(町田・鈴木, 1971)および最終間氷期最高海面期が125,000年前とされていること(米倉, 1991)から, SIPの降下年代を125,000年前としておく。なお, 町田・新井(1992)ではHk-K1P7を約13万年前に設定している。

表 2. 2-1 木下面構成層に存在するテフラ層の岩石記載的特性

地点	試料	純度	鉱物組成		石英	火山ガラス	屈折率		モード	最大粒径	色	同定結果	
			重鉱物	軽鉱物			鉱物名	レンジ					
Loc. 2	KN-20	C	opx>cpx>mt(ol)		-	-(alt.)	opx	1.703~1.711	-	0.3cm	or-br	Hk-JP	
	KN-19	C	mt>alt. ho(alt. opx, bi)		β+	-(alt.)	opx	1.710~1.718	mix	0.4cm	or-br	γ ≒ 1.718(γ)	
	KN-16	C	opx>cpx, mt(ho)		+	-(alt.)	opx	1.668~1.683	mix			opx≒Hk-OP	
	KN-15	C	mt>opx>cpx, ho		+	-(alt.)	opx	1.697~1.710	bimodal	0.5cm	beige	Hk-KlP8~9	
	KN-14	C	alt. opx, ho, mt		++	-(alt.)	opx	1.675~1.686	(mix)				
	KN-13	C	alt. opx>cpx, mt(ho+)		-	-(alt.)	opx	1.698~1.710	bimodal	0.5cm	beige	Hk-KlP8~9	
	KN-12	C	alt. opx>cpx, mt(ho±)		β+	-(alt.)	opx	1.702~1.710	-	sty	br-gy	Hk-KlP群	
	KN-11	C	alt. opx>cpx, mt		±	-(alt.)	opx	1.705~1.710	1.708	sty	beige	Hk-KlP6	
	Loc. 6	KH-9	C	alt. opx, ho, mt		++	-	opx	1.705~1.710	1.708	cly	gy-wh	Hk-KlP6
								ho	1.705~1.713	-	cly	beige	Hk-KlP群
	石英や角閃石は円磨されていることからいずれも二次的な混交物と判断される												

記号

C: 純化不能
 opx: 斜方輝石
 cpx: 単斜輝石
 ol: カンラン石
 mt: 磁鉄鉱
 ho: 角閃石
 bi: 黒雲母
 alt.: 変質している
 +++: abundant
 ++: moderate
 +: poor
 -: very poor
 to lack
 β: 高温型石英
 cly: clayey
 sty: silty
 or: orange
 br: brown
 gy: gray
 wh: white

2. 3 古環境解析

地殻変動を定量的に把握するために必要な基準面の形成環境・形成時代を推定することを目的として、微化石(花粉・珪藻・有孔虫・貝形虫)、貝化石および FeS_2 分析を実施した(各分析の試料採取層準; 図2-3~10参照)。

花粉化石分析は、地層堆積時の古気候の推定を主たる目的として、竹内貞子齊藤報恩会自然史博物館学芸員に、珪藻化石分析は、地層堆積時の古環境の推定(淡水・海水の判定)を目的として、丸山俊明山形大学助教授に依頼した。また、有孔虫化石分析および貝形虫化石分析は、主として地層堆積時の古水深の推定を目的として、それぞれ高柳洋吉東北大学名誉教授、石崎国熙東北大学助教授に依頼した。

貝化石分析は、主として地層堆積時の古水深の推定を目的とし、鑑定と解析手法について小笠原憲四郎筑波大学教授に指示を仰いだ。

FeS_2 分析は、地層堆積時の古環境(淡水・海水の判別)を目的として実施した。

本節では、各分析結果について個々に述べるとともに、最後にそれらを取りまとめて総合的に地層の形成環境を推定する。

2. 3. 1 花粉化石分析

分析に供したのは、木下層から8試料(KH-5, KH-7~8, KN-1, KN-3~4, KN-6~10, KN-14)、常総粘土から3試料(KN-17~19)、沼層から9試料(N-1~2, N-4~8, N-15~16)および沼Ⅲ面構成層から1試料(N-17)の合計25試料である(試料採取層準については図2-3~8参照)。

分析結果を表2. 3-1の産出花粉化石百分率表に示す。KN-7~10およびKN-19以外の試料から花粉・孢子化石を産したが、そのうちKN-1, KN-3~4, N-7~8, N-15の6試料を除いた14試料は、含有花粉・孢子化石の絶対量が少ないため表2. 3-1の百分率表に検出されたタクサを+印で示すにとどめた。なお、百分率表およびダイアグラムでは全てのタクサについて、木本花粉化石(AP)の総数を基数とした百分率で示してある。各試料のタクサの組成に基づいて以下のように古気候を推定した。

a. 木下層

<KH-5, KH-7~8堆積時>

花粉化石の絶対量が少ないため、古気候を推定するのが難しいが、しいていえば、産出する花粉化石が主として冷温帯性の樹種で占められていることから、冷涼から温暖な気候に支配されていたと推定される。

<KN-1, KN-3~KN-4堆積時>

寒冷な気候のもとで、後背地は、*Picea*, *Pinus*, *Abies*を主とした冷温帯~亜寒帯の針葉

樹林で覆われていたと推定される。

b. 常総粘土

<KN-17~18堆積時>

出現する花粉化石の種類から寒冷な気候ではないと推定される。

c. 沼層

<N-1~2, N-4~5堆積時>

当時の気候を推定することは難しいが、産出する花粉化石の種類からみて、大まかには後述するN-7~8, N-15堆積時とあまり変わらない温暖な気候のもとにあったと推定される。

<N-7~8, N-15堆積時>

後背地は、*Quercus*, *Celtis-Aphananthe*, *Ulmus-Zelkova*, *Cryptomeria*などが優占する林に覆われており、温暖な気候のもとにあったと推定される。

2. 3. 2 珪藻化石分析

分析に供したのは、木下層から7試料(KH-5, KH-7~8, KN-1, KN-3~4, KN-6), 常総粘土から2試料(KN-17~18), 沼層から9試料(N-1~2, N-4~8, N-15~16)および沼Ⅲ面構成層から1試料(N-17)の合計19試料である(試料採取層準については図2-3~8参照)。

顕微鏡観察の結果を表2. 3-2と表2. 3-3にまとめた。表2. 3-2は木下層および常総粘土の分析結果を示し、表2. 3-3は主に沼層から産した化石の一覧を示す。

この産出化石から各層の堆積環境は以下のように結論づけられる。

- ①木下層の一部(KH-5)は、沿岸性である。
- ②沼層の下半部(N-1~2, N-4~7)は陸水成または内湾性であり、上半部(N-8, N-15~16)は外洋の影響の少ない沿岸性である。
- ③沼層の堆積時を通して後背地に露出する中新統中部からの二次化石の流入があった。
- ④沼Ⅲ面段丘構成層(N-17)は陸水成である。

表2. 3-2 木下層および常総粘土の珪藻化石産出表

地層名	試料番号	珪藻化石の産状	備考
常総粘土	KN-18	無化石	海綿骨針あり
	KN-17	無化石	生物源の破片多数
木下層	KN-6	破片のみ少量	
	KN-4	破片のみ少量	
	KN-3	破片のみ少量	海綿の骨針あり
	KN-1	表2. 3-3参照	
	KH-8	破片のみ少量	海綿の骨針あり
	KH-7	破片のみ少量	海綿の骨針あり
	KH-5	破片のみ少量	海綿の骨針あり

2. 3. 3 有孔虫化石分析

分析に供したのは、木下層から7試料(KH-5, KH-7~8, KN-1, KN-3~4, KN-6), 沼層から6試料(N-5~8, N-15~16)の合計13試料である。試料採取層準については図2-3~4, 図2-6~8に示す。

分析した木下層の7試料ならびに沼層の6試料のうち、木下層の2試料(KN-4・KH-5), 沼層の5試料(N-5~6, N-8, N-15~16)から有孔虫化石が検出されたが、十分な解析に耐えるものは沼層の3試料(N-8, N-15~16)だけであった。その結果を表2. 3-4~5に示す。

この有孔虫化石群集から各層の古環境は以下のように結論づけられる。

- ①木下層より少数の保存不良な有孔虫化石個体を産出したが、これらのみでは海成層を示唆する程度の考察しかできなかった。
- ②沼層中部層準では、石灰質殻の有孔虫化石が溶解作用により皆無に等しく、元来の有孔虫群集の組成を推定することができなかった。この中部層準の完全溶解を免れて残った膠着質種群は、水深100m前後の中部大陸棚あるいはより深部の群集と共通する属組成を示している。なお、この膠着質種群は上部層準にはまったく出現しなかった。
- ③沼層上部の3層準(N-8, N-15~16)の試料は、今回の分析試料中で有孔虫化石が最も豊富な岩相であった。
 - 1) 底生種群は典型的な浅海の群集組成を示し、汽水域~潮間帯に多産する種は、相対的にN-15, N-8, N-16の順に多い。これはP/T ratioに現れた結果とよく対応し、やや深→浅→深という相対的水深変動の反映と見られる。しかし、全体を通じて外部大陸棚~上部漸深海帯に向かって増加する種群が顕著になる傾向はなく、内部大陸棚~外部大陸棚浅部の範囲内での変化、水深にして30~50mから100~150m程度の変化を経たと推定される。上記の3層準間では最上位のN-16がもっとも深い水深を示す。
 - 2) 磁器質殻有孔虫は、産出個体数が少ないが、全般的に認められることから判断するとN-15, N-16は下位のN-8に比べて、高温・高塩の環境下にあったと推定される。換言すれば、N-8はやや湾的環境にあり、上方に向かって外洋的環境に移行したと考えられる。この変動は浮遊性種群の変化とよく対応している。
 - 3) 全般的な有孔虫化石の種構成からみて、黒潮の影響下の沿岸域の環境と推定される。
 - 4) 定量有孔虫数が、他の層準に比べてN-8で極めて高いのは、泥質の堆積相によるものと考えられる。
 - 5) 年代については、*Globorotalia truncatulinoides*の出現(約180万年前)以後としか断定できない。

図 2. 3 - 6 有孔虫化石産出表(底生種)

試料	木下層		沼層						
	分割率	KN-4	KH-5	N-5	N-6	N-8	N-15	N-16	
処理重量(乾燥g)	1/1	80	1/1	80	1/1	80	1/512	1/256	1/64
AGGLUTINATED FORAMINIFERA									
<i>Ammonia</i> sp.				3					
<i>Baileyella</i> sp.				3					
<i>Elphidium</i> sp.				2					
<i>Goesella</i> sp.				1					
<i>Haplomarginella</i> sp.				3					
<i>Martinottiella</i> sp.				2					
<i>Trochammina</i> sp.					1				
Subtotal		0	0	14	1	0	0	0	
PORCELANEOUS FORAMINIFERA									
<i>Pseudomassina</i> sp.							1		
<i>Quinqueloculina</i> sp.							2		
<i>Quinqueloculina</i> cf. <i>costata</i> d'Orbigny							4		
<i>Spiroloculina angulata</i> Cushman							3	1	
<i>Triloculina</i> cf. <i>rotunda</i> d'Orbigny							3	2	
<i>Triloculina</i> sp.							1		
Subtotal		0	0	0	0	0	11	3	
HYALINE CALCAREOUS FORAMINIFERA									
<i>Cibicides</i> sp.			1*						
<i>Nonionella</i> sp.			1*						
<i>Gyrogonoides</i> sp.				1*					
<i>Ammonia beccarii</i> (Linne)						18	30	14	
<i>Ammonia japonica</i> (Hada)						2	10		
<i>Ammonia lakshadweepensis</i> (Shuzuki)								1	
<i>Autronotus stelligerum</i> (d'Orbigny)						1			
<i>Bolivina robusta</i> (Brady)						3	2	1	
<i>Bolivina quadrilatera</i> (Schwager)						1	2		
<i>Brizalina capitata</i> (Cushman)						1			
<i>Brizalina ordinaria</i> (Phleger & Parker)						2			
<i>Brizalina pseudodiformis</i> (Asano)						2			
<i>Brizalina</i> sp.						2			
<i>Bulimina</i> cf. <i>marginata</i> d'Orbigny						2	2		
<i>Bulimina</i> sp.						7			
<i>Cassidulina carinata</i> Silvestri						14	5	1	
<i>Cibicides pseudoungerianus</i> (Cushman)						2			
<i>Discorbina convexa</i> (Takayanagi)						1			
<i>Discorbina</i> sp.						1			
<i>Dacrydium candelaria</i> (d'Orbigny)						2		6	
<i>Elphidium advena</i> (Cushman)						6	18	4	
<i>Elphidium crispum</i> (Linne)						1	2		
<i>Elphidium excavatum</i> (Terquem)						16	26	1	
<i>Elphidium jensei</i> (Cushman)						2	10	2	
<i>Elphidium selveyense</i> (Heron-Alien & Earland)						4			
<i>Evolocassidulina kuwanoi</i> (Motoha)						2			
<i>Euvigerina</i> sp.						1			
<i>Globocassidulina subglobosa</i> (Brady)						9		3	
<i>Globocassidulina</i> sp.						2		2	
<i>Hyalina valisula</i> (Schroter)						2		1	
<i>Lobatula lobatula</i> (Walker & Jacob)						6	2	5	
<i>Muraynella globosa</i> (Millet)						9	10	17	
<i>Pararotalia nipponica</i> (Asano)						1		1	
<i>Planulina armenensis</i> d'Orbigny						2		1	
<i>Protelphidium</i> sp.						1			
<i>Pseudonion japonicum</i> Asano						11	15	20	
<i>Pseudorotalia nanaensis</i> Kuwano						2			
<i>Pseudorotalia nanaensis</i> (d'Orbigny)						1		3	
<i>Reusella sculexia</i> Cushman						3	7		
<i>Reusella simplex</i> (Cushman)						4			
<i>Reusella spinulosa</i> (Reuss)						2			
<i>Stainforthia</i> sp.						1			
<i>Allomorphina pacifica</i> Holker							1		
<i>Brizalina advena</i> stratella Cushman									
<i>Brizalina seminuda</i> lupulus Cushman & McCulloch							1		
<i>Elphidium</i> cf. <i>arcuatum</i> (d'Orbigny)							7	1	
<i>Elphidium</i> sp.							1		
<i>Gevuina</i> sp.							1		
<i>Heterolepis haltingeri</i> (d'Orbigny)							2	2	
<i>Islandella norcrossi</i> (Cushman)							1		
<i>Muraynella</i> sp.							6	1	
<i>Neovigenera proboscidea vadericensis</i> (Cushman)							4		
<i>Paracassidulina muricata</i> (Higuchi)							1	5	
<i>Paracassidulina nipponensis</i> (Hada)							1		
<i>Planorbina mediterranea</i> d'Orbigny							1		
<i>Pseudopondia japonica</i> Ucho							1		
<i>Rosalina globularis</i> d'Orbigny							8		
<i>Saidovina karteniana</i> (Brady)							2	1	
<i>Takayanagi dohatai</i> (Cushman)							1		
<i>Brizalina striatula</i> (Cushman)								3	
<i>Brizalina tortuosa</i> (Brady)								1	
<i>Brizalina seminuda</i> (Cushman)								1	
<i>Brizalina spissa</i> (Cushman)								1	
<i>Bulimina</i> sp. A								3	
<i>Bulimina elegantissima</i> (d'Orbigny)								1	
<i>Cibicides kullenbergi</i> (Parker)								3	
<i>Cymbaloporella plana</i> (Cushman)								1	
<i>Elphidium subglobulorum</i> Asano								17	
<i>Elphidium</i> sp. A								1	
<i>Euvigerina pucea</i> (Cushman)								10	
<i>Fissurina orbignyana</i> Seguenza								2	
<i>Glabratella</i> sp.								1	
<i>Globocassidulina leptoi</i> (Takayanagi)								1	
<i>Hanzawaia nipponica</i> Asano								1	
<i>Nodosaria longicosta</i> d'Orbigny								1	
<i>Pulleya quadriloba</i> (Reuss)								1	
<i>Rectobulimina bifrons</i> (Brady)								1	
<i>Rosalina</i> sp.								1	
<i>Sagrina</i> sp.								1	
<i>Sphaeroidina</i> sp.								1	
<i>Silicetella cf. hayatai</i> (Shuzuki)								1	
Subtotal		0	3	1	0	151	186	141	

*: 印痕化石ないし溶食の痕跡を示す化石

表 2. 3 - 5 有孔虫化石産出表(浮遊性種)

試料	木下層		沼層				
	KN-4	KH-5	N-5	N-6	N-8	N-15	N-16
分割率	1/1	1/1	1/1	1/1	1/512	1/256	1/64
処理重量(乾燥g)	80	80	80	80	80	80	80
PLANKTONIC FORAMINIFERA							
<i>Globigerina</i> sp.	2*		1*				
<i>Globigerina bulloides</i> d'Orbigny					12	23	12
<i>Globigerina cf. calida</i> Parker					12		
<i>Globigerina falcoensis</i> Blow					6	3	6
<i>Globigerinita glutinata</i> (Egger)					8	7	17
<i>Globigerinita iota</i> Parker					2	1	3
<i>Globigerinoides</i> sp.					1		
<i>Globorotalia crassaformis</i> (Galloway & Wissler)					1		
<i>Globoturborotalita rubescens</i> (Hofker)					4		4
<i>Neogloboquadrina incompta</i> (Cifelli)					23	1	7
<i>Turborotalita quinqueloba</i> (Natland)					25	21	47
<i>Globigerinoides ruber</i> (d'Orbigny)						2	2
<i>Globorotalia inflata</i> (d'Orbigny)						6	4
<i>Globorotalia truncatulinoides</i> (d'Orbigny)						7	
<i>Globorotalia unguolata</i> Bermudez						2	4
<i>Globorotalia cf. scitula</i> (Brady)							1
Subtotal	2	0	1	0	94	73	107
Total	2	2	16	1	245	270	251
P/T ratio(%)	100	0	6.3	0	38.4	27.0	42.6

*: 印象化石ないし溶食の痕跡を示す化石

Totalは表 3. 3 - 4 の底生種の産出個数との合計

2. 3. 4 貝形虫化石分析

分析に供したのは、有孔虫化石分析と同様に、木下層から7試料(KH-5, KH-7~8, KN-1, KN-3~4, KN-6), 沼層から6試料(N-5~8, N-15~16)の合計13試料である。試料採取層準については図2-3~4および図2-6~8に示す。

今回の試料で貝形虫化石を産したのは、沼層のN-8, N-15~16の3試料のみで、それぞれ80g/32, 80g/32, 80g/8の分割試料から200個体前後の貝形虫化石を抽出した。その結果を表2.3-6に示す。この貝形虫化石群集から古環境を推定すると以下のように結論づけられる。

- ①沼層の3試料(N-8, N-15~16)から産した貝形虫化石群集は、上部垂沿岸帯の環境を示唆するものと推定される。
- ②これらの貝形虫化石群集の種構成は近似しているが、環境の指標となる種に注目すると、堆積時のきわめて微妙な環境の違いが推定される。すなわち、N-8層準から上位にかけては内湾の度合の減少とN-15層準での水温の上昇が考えられる。

表 2. 3 - 6 沼層の貝形虫化石産出表

種名	N-16 OS	N-15 OS	N-8 OS
1 Aurila cysba (Brady, 1869)	25(17)	07(04)	10(05)
2 Aurila inotoi Ishizaki, 1968	08(05)	20(14)	05(03)
3 Callistocythere cf. japonica Hanai, 1957		01(01)	
4 Callistocythere cf. minaminipponica ishizaki and Kato, 1976	01(01)		
5 Callistocythere japonica Hanai, 1957	01(01)		
6 Callistocythere reticulata Hanai, 1957	01(01)		01(01)
7 Callistocythere ruxosa Hanai, 1957		04(03)	01(01)
8 Callistocythere undata Hanai, 1957		01(01)	01(01)
9 Callistocythere undulatifacialis Hanai, 1957	05(03)	07(05)	
10 Coquimba ishizakii Yajima, 1978	01(01)	02(01)	02(02)
11 Coquimba poxa Hu, 1986	02(02)		
12 Cythere omotenipponica Hanai 1959	37(26)	31(16)	45(26)
13 Cytheroma? sp.	01(01)		
14 Cytheromorpha acupunctata (Brady, 1880)	04(03)	04(03)	01(01)
15 Cytheropteron niurense Hanai, 1957	04(03)	01(01)	01(01)
16 Eucytherura neoalae (Ishizaki, 1966)			02(01)
17 Finearchinella japonica (Ishizaki, 1966)		02(01)	01(01)
18 Hanaiborchella triangularis (Hanai, 1970)	06(06)		02(02)
19 Hemicytherura cuneata Hanai, 1957	04(03)	06(03)	01(01)
20 Hemicytherura kajiyamai Hanai, 1957	01(01)	01(01)	
21 Hemicytherura tricarinata Hanai, 1957	01(01)		
22 Kangarina sp.		01(01)	
23 Loxoconcha japonica Ishizaki, 1968	04(02)	02(01)	
24 Loxoconcha sinensis Brady, 1869	03(02)		
25 Loxoconcha uranouchiensis Ishizaki, 1968	37(24)	48(24)	
26 Loxoconcha viva Ishizaki, 1968	21(12)	08(05)	25(10)
27 Loxoconcha sp.	29(17)	11(06)	62(35)
28 Nunseyella sp.	02(01)	02(02)	03(03)
29 Neonesidea oligodentata (Kajiyama, 1913)	03(02)	01(01)	01(01)
30 Nipponocythere bicarinata (Brady, 1880)	43(26)	21(11)	25(14)
31 Paracypris sp.	01(01)		
32 Paracytheridea bosoensis Yajima, 1978	07(06)	06(06)	04(03)
33 Parakrithella pseudadonta (Hanai, 1959)	02(01)	05(04)	19(11)
34 Pistocythereis bradyforais (Ishizaki, 1968)	07(05)	02(01)	06(04)
35 Pistocythereis bradyi (Ishizaki, 1968)	02(01)	02(02)	10(06)
36 Pontocythere niurenensis (Hanai, 1959)	35(18)		02(01)
37 Pontocythere subjaponica (Hanai, 1959)	18(10)	31(18)	37(32)
38 Pseudoaurila japonica (Ishizaki, 1968)		01(01)	
39 Pseudopsammocythere lokoensis Yajima, 1978		01(01)	
40 Robustaurila sp.	02(01)	04(03)	02(01)
41 Schizocythere kishinouyei (Kajiyama, 1913)	08(05)	06(03)	05(03)
42 Semicytherura elongata Ikeya and Hanai, 1982	07(04)		
43 Semicytherura henryhowei Hanai and Ikeya, 1977	02(01)	04(04)	01(01)
44 Semicytherura niurenensis (Hanai, 1957)	05(04)		
45 Semicytherura polygonoreticulata Ishizaki and Kato, 1976		02(02)	02(01)
46 Semicytherura sp. 20		03(02)	02(01)
47 Semicytherura sp. 47	01(01)		
48 Spinileberis quadriaculeata (Brady, 1880)	20(13)	03(02)	13(07)
49 Tanella? sp.	01(01)		
50 Trachyleberis niitumai Ishizaki, 1971?	06(04)	03(03)	02(02)
51 Trachyleberis? sp. 14	01(01)		01(01)
52 Xestoleberis hanaii Ishizaki, 1968	27(18)	13(09)	04(03)
53 Xestoleberis iturupica Schornikov, 1974	09(05)	11(08)	04(03)
54 Xestoleberis saganaiensis Kajiyama, 1913	08(04)	03(02)	02(02)
T o t a l	(265)	(176)	(200)
試料産量	80g/8	80g/32	80g/32
括弧前の数字：総数、括弧内の数字：最少個体数			

2. 3. 5 貝化石分析

分析に供したのは、木下層から5試料(KH-2, KH-4, KH-6, KN-2, KN-5), 沼層から8試料(N-9, N-11~14, N-16, N-18~19)の合計13試料である。試料採取層準については図2-3~4および図2-7~10に示す。各採取地点では、できるだけ多くの個体を採取するように心がけるとともに、採取する化石の産状を観察して現地性・異地性の判断を行った。

木下層および沼層の産出化石の同定結果をそれぞれ表2. 3-7, 表2. 3-8~9に示す。なお、各種の太平洋側の緯度分布および生息水深等をKuroda and Habe(1952), 波部・小菅(1967), 波部(1977), 稲葉(1982), 奥谷(1986)の資料に基づいて表中に明記した。ただし、研究者によって種の緯度分布や水深が異なる場合には、それらの最大最小値をとって示した。

これらの化石群集組成から各層の古環境は以下のように結論づけられる。

- ①木下層および沼層の各貝化石群集は、それぞれ中間温帯、暖温帯の海洋気候のもとで堆積したものである。
- ②木下層の各試料は、KN-2が水深20m(20~50m), KN-5が水深20~30m(20~160m), KH-2が水深20~30m(20~50m), KH-4が水深20m, KH-6が水深20~30m(10~50m)のもとで堆積したものと推定した。ただし、()内数値は、許容範囲を示す。
- ③沼層の各試料は、N-9が水深20m(10~20m), N-11が水深20m(0~30m), N-12が水深20m(0~20m), N-13が水深10~20m(10~50m), N-14が水深20m(0~20m), N-16が水深10~20m, N-18が水深10~20m(0~20m), N-19が水深10~40mのもとで堆積したと推定した。

表 2. 3-7 木下層の貝化石産出表

Species Name	試料番号					緯度 (度)	水深 (m)
	KN-2	KN-5	KH-2	KH-4	KH-6		
BIVALVIA							
<i>Acilia (Truncacilia) insignis</i> (Gould)	R					35-42	T-200
<i>Scapharca broughtonii</i> (Schrenck)	F	R	R	F		28-42	-50
<i>Anadara (Nataiarca) subcrenata</i> (Lischke)	R	R		R		26-36	-20
<i>Glycymeris (Glycymeris) vestita</i> (Dunker)	VA	A	VA*	VA*	VA*	31-36	3-N3
<i>Chlamys (Azumapecten) farreri</i> (Jones & Preston)		R				31-38	T3-20
<i>Swiftopecten swiftii</i> (Bernardi)			R			38-51	-20
<i>Pecten (Notovola) albicans</i> (Schroter)	R	R	F	F	R	28-42	10-80
<i>Patinopecten (Mizuhopecten) tokyoensis</i> (Tokunaga)	F	R		F	R	-	-
<i>Anomia chinensis</i> Philippi			R	F	R	0-42	T3-20
<i>Nomia umbonata</i> (Gould)	R					30-43	T3-300
<i>Limaria (Limaria) basilanica</i> (A. Adams & Reeve)				R		0-39	T-20
<i>Limatula (Limatula) kurodai</i> Oyama	R					30-36	10-300
<i>Lucinoma annulata</i> (Reeve)	R*	R				31-41	10-750
<i>Felaniella usta</i> (Gould)	VA*	C	F*	C*	G*	36-45	10-50
<i>Megacardita ferruginosa</i> (A. Adams & Reeve)	R	F				0-36	10-100
<i>Cyclocardia ferruginea</i> (Clessin)			R			33-42	50-400
<i>Carditellopsis toneana</i> (Yokoyama)	R	R	R			31-36	20-100
<i>Astarte hakodatensis</i> Yokoyama	R					35-43	50-150
<i>Clinocardium (Keenocardium) buellowi</i> (Rolle)	F	R	R	F		34-43	10-50
<i>Fusconocardium braunsi</i> (Tokunaga)			R	R	R	-	-
<i>Fulvia mutica</i> (Reeve)			R		R	12-41	5-30
<i>Mactra (Mactra) chinensis</i> Philippi	C	A	A	A	C	31-46	T3-20
<i>Pseudocardium sachalinensis</i> (Schrenck)	F	C	R	F	C	30-43	T-30
<i>Spisula (Macromeris) polynyapha</i> Stimpson	R	R				36-69	T-120
<i>Tresus keenae</i> Kuroda & Habe	R	R	R	FI		31-41	T3-20
<i>Acetellops pulchella</i> (A. Adams & Reeve)	F	F		F		0-30	-100
<i>Megaangulus venulosa</i> (Schrenck)	R	F				36-45	T-20
<i>Cadella delta</i> (Yokoyama)	R	A*	F	R	F	31-36	5-160
<i>Cadella lubrica</i> (Gould)		A		R		37-43	-50
<i>Cadella narutoensis</i> Habe	R		R		R	31-35	-100
<i>Semelangulus aiyatensis</i> (Yokoyama)	F					26-35	10-N2
<i>Nitidotellina nitidula</i> (Dunker)	C	F	F	C	R	0-30	T3-80
<i>Macoma (Macoma) nipponica</i> (Tokunaga)	C		R	R*		33-42	20-100
<i>Macoma (Macoma) praetexta</i> (Martens)	R					23-39	T3-50
<i>Macoma (Macoma) tokyoensis</i> Makiyama				R		32-30	10-50
<i>Macoma (Psammacoma) awajensis</i> (Sowerby)			R	R		32-35	-50
<i>Hiatula diplos</i> (Linnaeus)				R	R	10-35	-20
<i>Nuttallia olivacea</i> (Jay)	R	F			F	30-41	T-10
<i>Solen (Solen) grandis</i> Dunker	C	R				13-36	T-20
<i>Solen (Ensisolen) krusensternei</i> Schrenck			F	F		34-45	5-30
<i>Siliqua pulchella</i> (Dunker)	R	R			F	32-36	-50
<i>Trapezium (Neotrapezium) liratum</i> (Reeve)						0-41	T3-N1
<i>Corbicula japonica</i> Prime	R		R	R	R	31-45	B
<i>Vermetopsis micra</i> (Pilsbry)	F			R		32-40	T-20
<i>Mercenaria stimpsoni</i> (Gould)	F	C	F	C	F	37-45	-20
<i>Phacosoma japonicum</i> (Reeve)	C	F	F	F	F	31-42	T3-60
<i>Ruditapes philippinarum</i> (A. Adams & Reeve)					F	23-45	T3-20
<i>Callista (Callista) chinensis</i> (Hollen)			R	R	F	23-39	T3-50
<i>Saxidomus purpuratus</i> (Sowerby)		R	R	R#		32-42	T3-20
<i>Cyclosumetta menstrualis</i> (Monke)		R			R	0-36	5-50
<i>Cryptomya busoensis</i> Yokoyama	A*					31-43	T-N2
<i>Potamocorbula aurensis</i> (Schrenck)	F	F	F	F	F	40-43	T3-N1
<i>Panopea japonica</i> A. Adams	R	R		F#	R	34-43	T3-N2
<i>Myadora fluctuosa</i> Gould	R	R	R	F		32-42	10-760
<i>Myadomopsis transmontana</i> (Yokoyama)	R	R	F	F		31-35	10-300
SCAPHOPODA							
<i>Antalis tibana</i> (Nomura)				F		31-36	10-200
<i>Episiphon yamakawai</i> (Yokoyama)	R			R		0-41	5-300
GASTROPODA							
<i>Umbonium (Suchius) costatum</i> (Kiener)			R	F	R	25-42	T3-N1
<i>Homalopoma anussitatus</i> (Gould)				R	R	35-51	-30
<i>Batillaria</i> sp.				R		-	-
<i>Eunaticina papilla</i> (Guelin)	R					0-39	T3-20
<i>Cryptonatica janthostonoides</i> Kuroda & Habe	F	F	F	C	R	31-42	10-N4
<i>Neverita (Glossanfax) didyma</i> (Roding)		F	R	F		0-42	T3-50
<i>Rapana thomasi</i> Grossé			R	R		31-42	T-N2
<i>Soreolirophon</i> sp.				R		-	-
<i>Retirunassa japonica</i> (A. Adams)	R		R	R		29-39	T-N1
<i>Siphonalia fusoides</i> (Reeve)			R	F		32-41	10-100
<i>Volutharpa aspullacea</i> perryi (Jay)	R			R		33-57	10-60
<i>Hemifusus ternatensis</i> (Guelin)				R		0-35	10-50
<i>Olivella fulgurata</i> A. Adams & Reeve				R		23-39	T3-20
<i>Soavodrililla declivis</i> (Martens)	R					34-46	20-200
<i>Nastula strigillata nipponensis</i> Kuroda & Oyama				F		31-35	-
<i>Brevimurella lischkeana</i> (Dunker)	R					31-35	-
<i>Acrilia acuminata</i> (Sowerby)	R					0-38	10-N2
<i>Actaeopyramis eximia</i> (Lischke)				R		0-35	N1-N2
<i>Decorifer globosus</i> (Yamakawa)				R		-	-
<i>Ringicula doliaris</i> Gould	A	F	R	F	F	31-42	N1-N2
<i>Odotomia</i> sp.				R		-	-
<i>Turbonilla</i> sp.				R		-	-
<i>Caivolina longirostris</i> (Blainville)				R		-	P

産出頻度 (R: rare F: few C: common A: abundant VA: very abundant *: 合併 #: 自生)

緯度: 太平洋側

水深 (B: 汽水 T: 潮間帯 T3: 低潮面帯 N1: 20-30m N2: 50-60m N3: 100-120m N4: 200-250m P: 浮遊性)

表 2. 3 - 8 沼層の二枚貝類化石産出表

Species Name	採科番号									緯度 (度)	水深 (m)
	N-0	N-11	N-12	N-13	N-14	N-16	N-18	N-19			
BIVALVIA											
Saccella (Saccella) confusa (Hanley)				R	F		R			0-36	10-60
Arca avellana Lamarck								R		0-35	T3-20
Arca boucardi Jousseau			R							30-42	T3-20
Barbatia (Abarbatia) lima (Reeve)		R						R		0-35	T-20
Barbatia (Savignyarca) cometa (Reeve)		R								14-34	T-20
Scapharca satowi (Dunker)			R					R		31-39	10-30
Tegillarca granosa (Linnaeus)	R		R							0-34	T3-10
Arcopsis symmetrica (Reeve)		R					R	R		14-39	T3-N1
Didimarca tenebrica (Reeve)		R								0-35	T3-20
Porterius dalli (Smith)							R			34-41	T3-10
Crenulimopsis oblonga (A.Adams)	R				R					31-41	20-2000
Modiolus (Modiolus) auriculatus (Krauss)							R			0-41	T3-10
Vilasina decora (A.Adams)		R								34-39	T-20
Atrina (Servatrina) pectinata (Linnaeus)		R	R#							28-42	T-N2
Chlamys (Coralichlamys) irregularis (Sowerby)							R			0-39	T-N3
Chlamys (Mimachlamys) nobilis (Reeve)							R			23-35	-N2
Chlamys (Azumapekten) farreri (Jones & Preston)							R			31-38	T3-20
Bractaechlamys quadrilirata (Lischke)							R			0-35	5-50
Pecten (Notovola) albicans (Schroter)		R	R		F		R	R		28-42	10-60
Spondylus barbatus cruentus Lischke					R		R#			28-38	T-20
Honia umbonata (Gould)				R						30-43	T3-300
Ctenoides lischkei (Lamy)								R		0-35	T-100
Limaria (Limaria) basilanica (A.Adams & Reeve)					F			R		0-39	T-20
Prelostrea imbricata (Lamarck)								VA#		0-35	T-50
Crassostrea gigas (Thunberg)	R	F			F	R				26-43	T3-N1
Ostrea denselamellosa Lischke		R	F		R					30-36	T-N2
Ostrea circumpecta Pilsbry		F			F					24-41	T3-30
Pillucina (Pillucina) pisidium (Dunker)			R							23-42	T3-30
Lucinoma annulata (Reeve)					R#					31-41	10-750
Anodontia stearnsiana Oyama					R					26-41	T3-20
Cycladicama cumingii (Hanley)	R				C	R#				23-39	10-100
Cycladicama tsuchii Yamamoto & Habe			F		R					30-41	10-50
Phylididerma japonicum (Pilsbry)		F						F		32-40	T3-20
Chama reflexa Reeve		R								0-39	T3-100
Montacutona japonica (Yokoyama)										32-35	10-N2
Basterotia gouldi (A.Adams)								R		31-35	10-50
Cardita leana Dunker		R			R			R		23-41	T3-N1
Fulvia mutica (Reeve)	F	C*	F		C					12-41	5-30
Maetra (Maetra) chinensis Philippi			F		R					31-46	T3-20
Lotraria (Psammophila) maxima Jonas		R	F							0-36	T3-10
Lotraria (Psammophila) sieboldii Reeve			R		R					0-35	T3-50
Lotraria (Psammophila) arcuata Reeve		R	R					R		0-35	T3-30
Heropesta nicobarica (Gmelin)			R							0-39	T3-20
Raetellops pulchella (A.Adams & Reeve)		F								0-39	-100
Angulus vestalioides (Yokoyama)	F									31-42	T3-300
Merisca (Pistris) capsoides (Lamarck)		F	R							25-34	T3-N1
Nitidotellina nitidula (Dunker)		F*			F					0-39	T3-80
Macoma (Macoma) praetexta (Martens)				F#	F	F#				23-39	T3-50
Macoma (Macoma) tokyoensis Hakiyama					R			R		32-39	10-50
Macoma (Psammacoma) awajiensis (Sowerby)	F	R	R	R	C#					32-35	T3-50
Psammotreta (Pseudoaetis) praerupta (Salisbury)	C#	R		R	F			R		14-35	10-50
Gari anomala (Deshayes)			R							0-39	20-150
Solecurtus divaricatus (Lischke)					R			R		23-39	T3-20
Azorinus abbreviatus (Gould)				F#	F#	R#		F#		0-35	10-50
Solen (Solen) gordonis Yokoyama		F								30-35	T3-20
Vermetoplia sicra (Pilsbry)		C	R		R					32-40	T-20
Protothaca (Notochione) jedoensis (Lischke)					R			F		31-39	T3-20
Protothaca (Novathaca) schencki (Nomura)	R	F	C	R	F					32-39	T
Circe (Circe) scripta (Linnaeus)			R							0-36	T3-20
Pitar (Pitarina) japonicum Kuroda & Kawamoto			R							31-36	10-50
Phacosoma japonicum (Reeve)		F#								31-42	T3-60
Phacosoma truscheli (Lischke)		R#	R		R					31-39	T3-30
Bosinella penicillata (Reeve)	A#	C#	C	A#	C#	A#		A#		31-41	T3-N2
Ruditapes philippinarum (A.Adams & Reeve)		F			F					22-45	T3-20
Paphia (Paphia) euglypta (Philippi)	R	R	R		F#			R#		31-39	10-40
Paphia (Paphia) vernicosa (Gould)		C#		R	R	C#	R#		R#	26-35	10-50
Paphia (Neotapes) undulata (Born)				R	R			F		0-39	T3-20
Irus mitis (Deshayes)										14-41	T3-N1
Callista (Callista) chinensis (Holten)		C*	R					R		23-39	T3-50
Saxidomus purpuratus (Sowerby)		F	C		F			C#		32-42	T3-20
Petricolirus equistriatus (Sowerby)		F	F		F					32-39	T3-N1
Barnea (Anchomasa) manitensis (Philippi)					R					0-43	T3-20
Barnea (Umitakoa) dilatata (Souléyot)			R#							10-37	T3-20
Zirfaea subconstricta (Yokoyama)		R								10-42	T3-N1

産出頻度 (R; rare F; few C; common A; abundant VA; very abundant *; 合併 #; 自生)

緯度; 太平洋側

水深 (T; 潮間帯 T1; 高潮帯 T2; 中潮帯 T3; 低潮帯 T4)

N1; 20-30m N2; 50-60m N3; 100-120m N4; 200-250m)

表 2. 3 - 9 沼層の角貝・巻貝化石産出表

Species Name	試料番号								緯度 (度)	水深 (m)
	N-9	N-11	N-12	N-13	N-14	N-16	N-18	N-19		
SCAPHOPODA										
<i>Dentalium octangulatum</i> Donovan	R	F			R			R	0-42	T-100
GASTROPODA										
<i>Diodora</i> (Elegidion) <i>quadriradiata</i> (Reeve)					R		R		0-35	T3-N1
<i>Granata</i> <i>lyrata</i> (Pilsbry)							R		31-41	T3-N1
<i>Cantharidus callichroa</i> (Philippi)					R				31-39	T3-N1
<i>Lunella coronata</i> (Gmelin)		R							31-41	T2-T3
<i>Serpulorbis</i> (<i>Cladopoma</i>) <i>imbricatus</i> (Dunker)			R						30-42	T3-N1
<i>Batillaria zonalis</i> (Bruguiere)		F							0-41	T1-T2
<i>Proclava kochi</i> (Philippi)		F	F						0-41	T3-20
<i>Ergasia walshi</i> (Reeve)		R			R				0-39	10-N3
<i>Amathina tricarinata</i> (Linnaeus)							R		0-36	-N1
<i>Dolomena marginata robusta</i> (Sowerby)					R				0-35	-N2
<i>Eunaticina papilla</i> (Gmelin)					R				0-39	T3-20
<i>Neverita</i> (<i>Glossaulax</i>) <i>didyma</i> (Aoding)	R		R		R				0-42	T3-50
<i>Neverita</i> (<i>Glossaulax</i>) <i>hosoyai</i> (Kira)		F			R	R		R	31-36	N1-N2
<i>Polinices albumen</i> (Linnaeus)			R						0-34	-30
<i>Tonna luteostoma</i> (Kuster)			R		R				0-39	5-200
<i>Ergalatax constrictus</i> (Reeve)				R			R		0-35	T3-20
<i>Thais bronni</i> (Dunker)			R						31-41	T3-N1
<i>Indomitrella yabei</i> (Nomura)			R						33-35	-N1
<i>Niotha livescens</i> (Philippi)		F	F	F	C	R		F	0-41	T3-20
<i>Zeuxis</i> (<i>Tarazeuxis</i>) <i>sufflatus</i> (Gould)							R		23-36	T3-30
<i>Babylonia japonica</i> (Reeve)	R				R				25-35	T-N2
<i>Fusinus perplexus</i> (A. Adams)								R	31-42	T3-50
<i>Sydaphera spengleriana</i> (Deshayes)	R								0-30	10-50
<i>Inquisitor jeffreysi</i> (Smith)			R	R					33-42	10-100
<i>Myrella pretiosa</i> (Reeve)					R				31-35	
<i>Lilloa laeta</i> (Gould)		R	R		R				26-38	N1-N2
<i>Actaeopyramis eximia</i> (Lischke)			R						0-35	N1-N2
<i>Pyramidella</i> (<i>Voluspa</i>) <i>acus</i> (Gmelin)			R						0-34	
<i>Ringicula doliaris</i> Gould			R						31-42	N1-N2

産出頻度 (R; rare F; few C; common A; abundant VA; very abundant *; 合弁 †; 自生)

緯度; 太平洋側

水深 (T; 潮間帯 T1; 高潮亜帯 T2; 中潮亜帯 T3; 低潮亜帯

N1; 20-30m N2; 50-60m N3; 100-120m N4; 200-250m)

2. 3. 6 FeS₂分析

分析に供したのは、木下層から9試料(KN-1, KN-3~4, KN-6~10, KN-14), 常総粘土から2試料(KN-17~18), 沼層から9試料(N-1~2, N-4~8, N-15~16)および沼Ⅲ面構成層から1試料(N-17)の合計21試料である。試料採取層準については図2-3および図2-5~8に示す。

FeS₂分析結果を表2.3-10にまとめて示す。このFeS₂含有量分析結果からは、沼層のN-15~16が海成層と推定されるにとどまる。

現地の観察結果から海成層と推定される木下層のKN-1~10の8試料および沼層のN-8~16の3試料に対して十分な量のFeS₂を期待したが、前述の結果はこの期待と大きく異なった。この原因として、未固結堆積物のFeS₂分析を行った従来の研究(中井ほか, 1982; 白神, 1985; 藤本, 1993など)では、ボーリングの試料を分析試料として用いているのに対して、今回の分析試料が露頭採取によるものであることに由来していると考えられる。すなわち、風化により試料中に含まれるFeS₂量が増加することが報告されている(粕ほか, 1983; 千木良, 1988)ことから、露頭試料を採取するにあたっては十分に掘りこんで新鮮な試料を採取するように心がけたが、見かけほど新鮮ではなく、風化やFeS₂の溶脱があったと考えられる。それゆえ、FeS₂含有量分析に供する試料には、そのような恐れのないボーリング試料を用いることが望ましいと判断される。

表 2. 3 - 1 0 FeS₂ 分析結果表

地層名	試料	岩相	色調	試料重量(g)	沈澱重量(g)	FeS ₂ -S(%)
沼田段丘堆積層	N-17	シルト	灰黄 (2.5Y7/2)	1.2264	0.0001	0.001
	N-16	細粒砂	暗緑灰 (10G4/1)	1.3064	0.0201	0.211
	N-15	細粒砂	暗緑灰 (10G4/1)	1.0815	0.0065	0.082
	N-8	シルト	暗青灰 (10B64/1)	1.0003	0.0001	0.001
	N-7	シルト	暗青灰 (10B64/1)	1.4028	0.0010	0.010
	N-6	泥炭	黒 (N2/)	1.0226	0.0000	0.000
	N-5	細粒砂	暗青灰 (10B64/1)	0.9997	0.0001	0.001
常総粘土	N-4	シルト	暗青灰 (10B64/1)	0.9579	0.0008	0.011
	N-2	シルト	暗青灰 (10B64/1)	1.0077	0.0009	0.012
	N-1	粘土	暗オリーブ灰 (5GY4/1)	1.0225	0.0015	0.020
	KN-18	粘土	灰白 (7.5Y7/2)	1.3067	0.0006	0.006
	KN-17	粘土	にぶい赤褐 (5YR5/4)	1.5237	0.0004	0.003
	KN-14	火山灰	灰白 (7.5YR8/1)	1.3750	0.0008	0.008
	KN-10	中粒砂	オリーブ褐 (2.5Y4/6)	0.9588	0.0006	0.009
木下層	KN-9	中粒砂	灰白 (5Y7/2)	0.7307	0.0005	0.009
	KN-8	中粒砂	灰白 (5Y7/2)	0.8343	0.0011	0.018
	KN-7	中粒砂	明黄褐 (10YR6/8)	1.0334	0.0006	0.008
	KN-6	火山灰質シルト	灰黄 (2.5Y6/2)	0.9934	0.0012	0.017
	KN-4	火山灰質シルト	灰白 (2.5Y7/1)	1.2068	0.0016	0.018
	KN-3	シルト	にぶい黄 (2.5Y6/3)	1.3791	0.0018	0.018
	KN-1	シルト	黄褐 (2.5Y5/3)	1.3312	0.0018	0.019

色調は新版標準土色帖に基づく

2. 3. 7 古環境解析のまとめ

2. 3. 1～2. 3. 6の各分析結果を総合的に判断して、試料を採取した地層の形成環境を推定した。なお、その推定の際には、ヒメスナホリムシの生痕化石が潮間帯を示唆するという菊地(1972)の研究結果も考慮に入れた。その結果を図2. 3-1～8にまとめて示す。

<Loc. 2>

この地点の古環境の推移を主に花粉化石、貝化石および潮間帯を示唆するヒメスナホリムシの生痕化石に基づいて推定した(図2. 3-1)。図から明らかなように、木下層下部の花粉化石の古気候の結果と貝化石のそれとに相違がある。3. 3. 1の花粉分析の考察で、木下層の寒冷気候を示す花粉化石の結果については5つの可能性を挙げ、他の化石の結果を含めた総合的な検討を要すると述べた。①ほぼ同一層準の貝化石の結果が中間温帯区の外洋浅海性(水深20～30m)の貝化石群集を示していること、②Murakosi and Masuda (1992)の示した木下層堆積時の古地理図上で、Loc. 2の位置が沿岸から離れた位置にあること、③沿岸から遠く離れた海洋の堆積域には遠くに運ばれやすい高地の植物(主として Pinusなどのマツ科)が100%近くを占めるため、こうした堆積域での花粉組成からは、当時の植生の復元は困難であり、古気候の推定も難しいとされていること(山野井, 1993)などから、花粉化石は遠隔地から運ばれたものと考え、貝化石の示す古海洋気候(中間温帯区)を採用した。また、Aoki and Baba (1980)が、最終間氷期である木下層中に寒冷系の貝化石が含まれることから、現在のように黒潮が房総半島の南岸を流れる海洋状況ではなかったと推定していることや増田・平(1974)が、貝化石を用いた酸素同位体による古水温を算定した結果、木下層では15～20℃の範囲にあり、最下部・中部・最上部にやや低温部が存在すると報告したことも上記の推定の妥当性を示していると考えられる。なお、増田・平(1974)の示した温度範囲に中間温帯区も含まれる

さらに、KN-1, KN-3～4およびKN-6から珪藻化石を、KN-3およびKN-18から海綿化石を、KN-4から有孔虫化石を産した。KN-18から海綿化石を産したことは、常総粘土が水域で堆積したことを示唆している。

<Loc. 6>

この地点の古環境の推移を主に花粉化石、貝化石および潮間帯を示唆するヒメスナホリムシの生痕化石に基づいて推定した(図2. 3-2)。Loc. 2に近接した地点にもかかわらず、木下層の花粉化石は明瞭な寒冷気候を示さない(ただし、花粉化石の絶対量は少ない)。このことはMurakosi and Masuda (1992)の古地理上で多少なりとも沿岸に近いためと推定される。

なお、KH-5, KH-7～8から珪藻化石の破片および海綿化石を、KH-5からは有孔虫化石を産した。

<Loc. 38>

この地点の古環境の推移を花粉化石および珪藻化石に基づいて推定した(図2. 3-3)。水深については底棲生物の化石を得ることができなかったため、不明である。

<Loc. 39>

この地点の古環境の推移を花粉化石および珪藻化石に基づいて推定した(図2. 3-4)。ところで、N-5の有孔虫群集は石灰質殻種が溶脱した残存群集で、中部大陸棚以深に生息する純海成種で構成されており、汽水域の群集ではない。したがって淡水～内湾度の強い沿岸に生息する珪藻群集と共存していたとは考えにくく、後背地の古期の地層からの混入化石と解釈した。

同様な例は、珪藻において顕著であり、中部中新統の示準種が調査した沼層の全試料を通じて認められている。これは珪質殻の化石が石灰質殻のものよりも溶解作用への耐性を備えているからに他ならず、再堆積には十分注意を要することを示している。

さらに沼層の中部からほとんど石灰質微化石が産出しないのは、二次的な溶解作用の結果である可能性があり、堆積時の汽水～海水ないし間隙水のpH状態の反映とも考えられる。

<Loc. 40およびLoc. 41>

これらの地点の古環境の推移を花粉化石、珪藻化石、有孔虫化石、貝形虫化石および貝化石に基づいて推定した(図2. 3-5～6)。ここでは、有孔虫化石群集が内部大陸棚～外部大陸棚浅部(水深30-50m～100-150m)を示すのに対して、貝化石群集が水深20m前後を示すという若干の相違が見られる。貝化石の場合、露頭で現地性か否かの判断を行えるのに対して、微化石の場合にはその判断ができない。そこで、貝化石に基づく推定を重視して古水深を判断した。

また、有孔虫のP/T ratioの変動(N-8→N-15→N-16にかけて38.4%→27.0%→42.6%と変動)からこれらの地層の堆積時に外洋水の流入に変化があったと推定される。

<Loc. 42およびLoc. 43>

これらの地点の古環境の推移を貝化石に基づいて推定した(図2. 3-7～8)。Loc. 42のN-12層準はLoc. 11のN-11およびLoc. 41のN-14層準に、Loc. 42のN-13層準はLoc. 41のN-15～16層準ならびにLoc. 43のN-19層準に相当する。

なお、Loc. 43は松島(1979)および松島・吉村(1979)で、多層準にわたる¹⁴C年代測定値が報告された露頭である。

Loc. 2

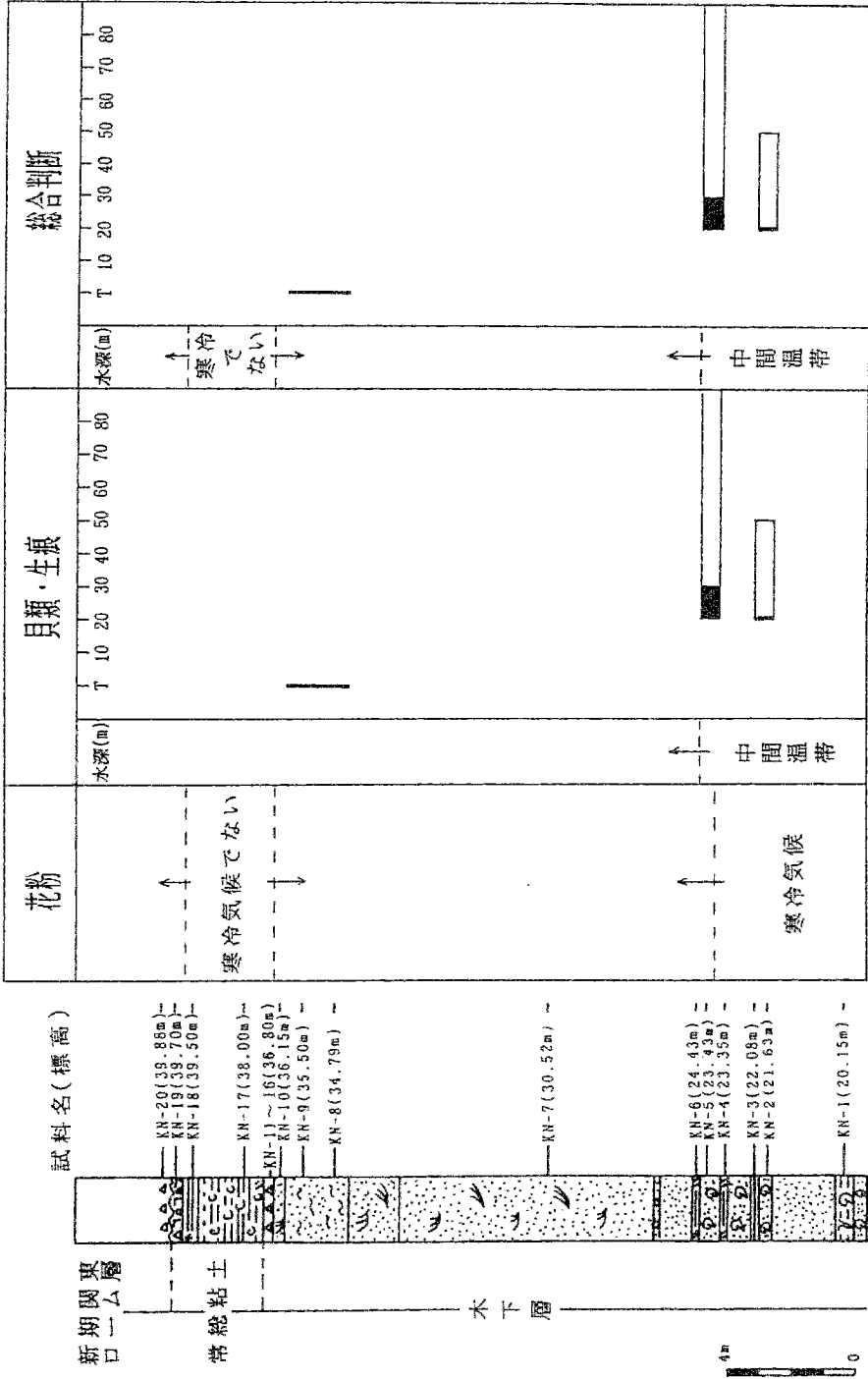


図 2. 3-1 Loc. 2 の古環境推移図

貝類・生痕および総合判断における水深は、推定される水深を黒塗りで示し、許容範囲を白抜きで示した。

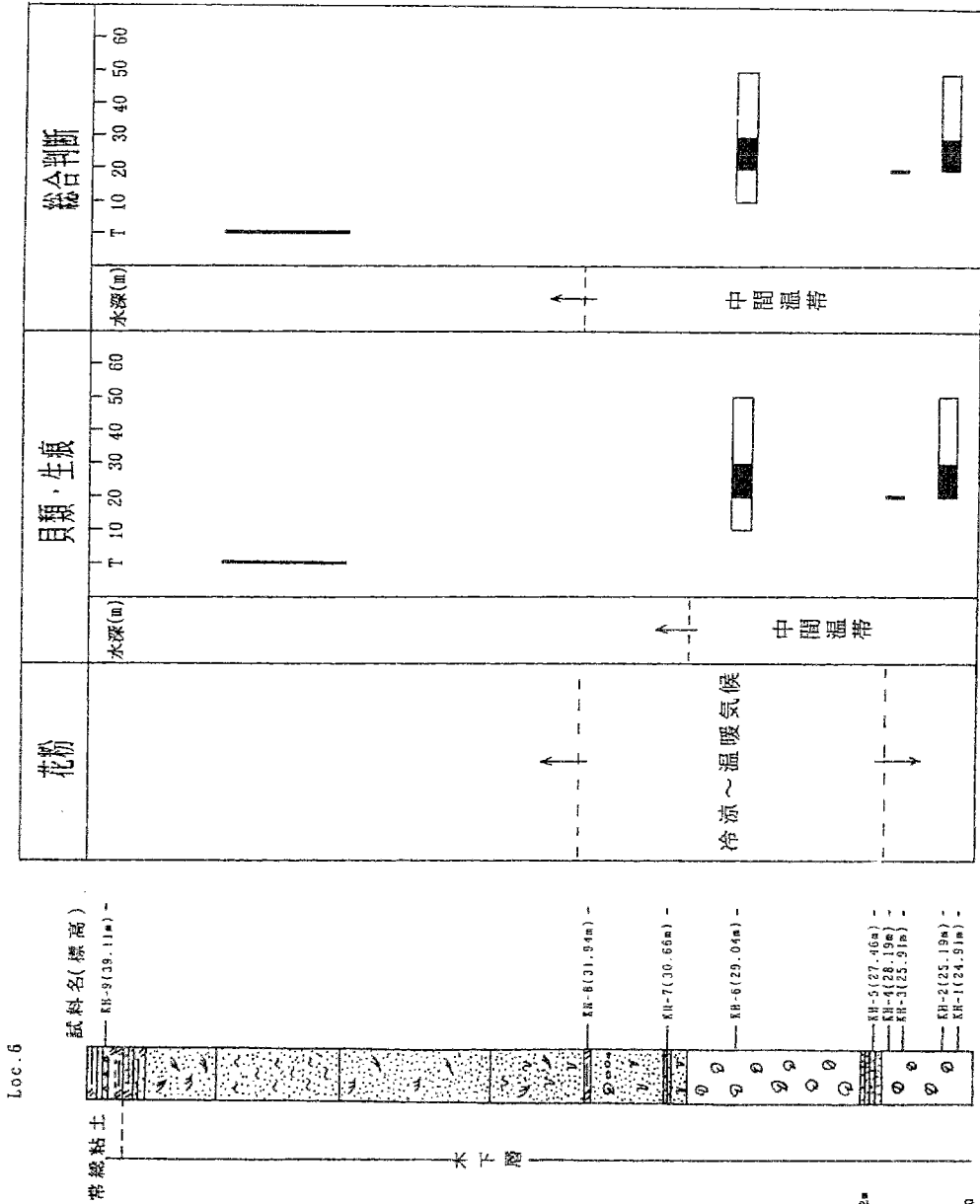
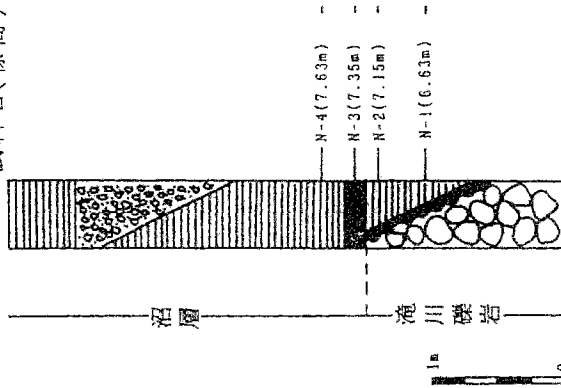


図 2. 3-2 Loc. 6の古環境推移図

貝類・生痕および総合判断における水深は、推定される水深を黒塗りで示し、許容範囲を白抜きで示した。

Loc.38

試料名(標高)



花粉	珪藻	総合判断
↑ 温暖気候? ↓	↑ 淡水～内湾度の強い沿岸 ↓	↑ 淡水～内湾度の強い沿岸 ↓
		↑ 温暖気候? ↓

図 2. 3 -- 3 Loc.38の古環境推移図

Loc. 39

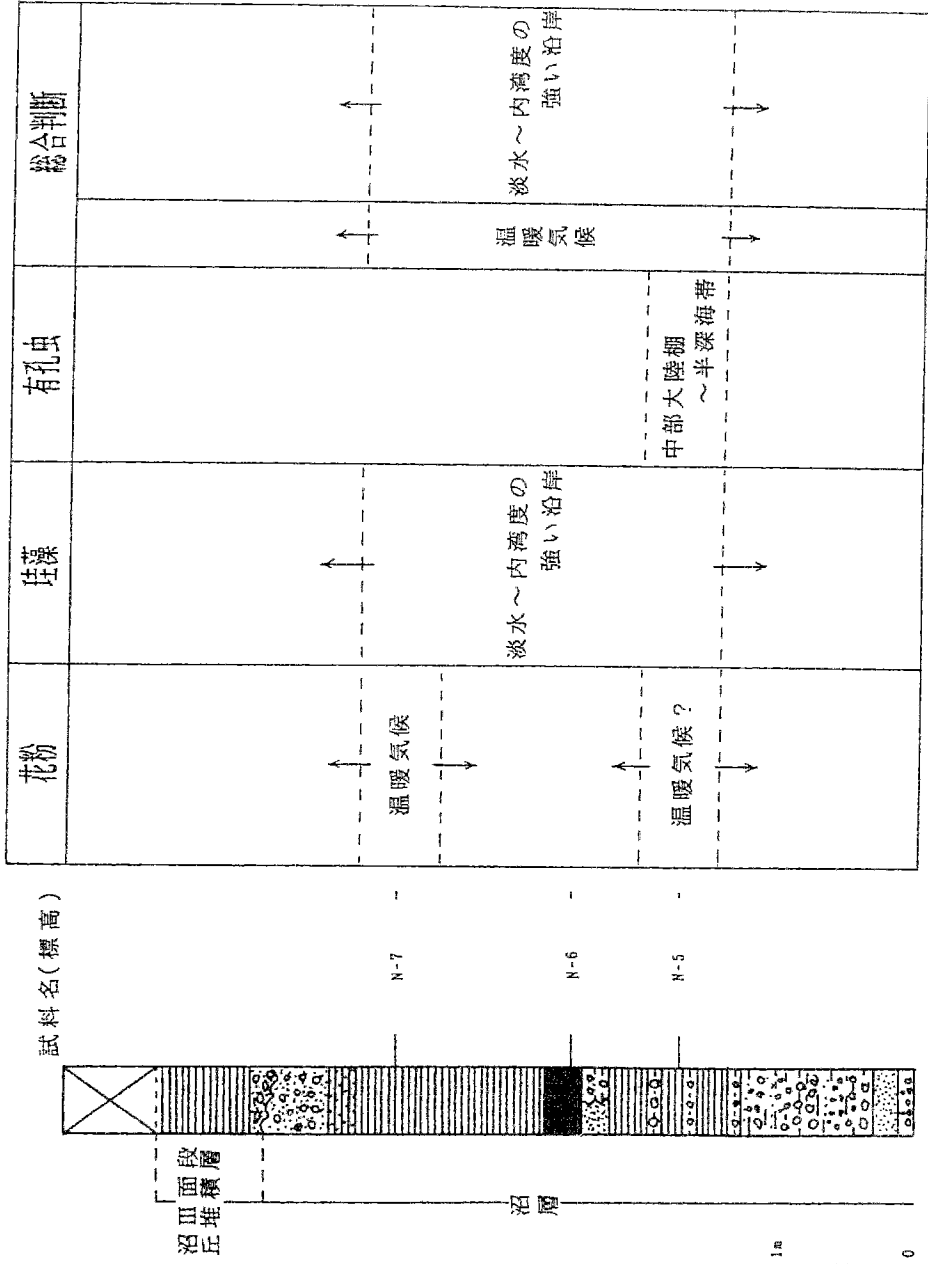


図 2. 3 - 4 Loc. 39 の古環境推移図

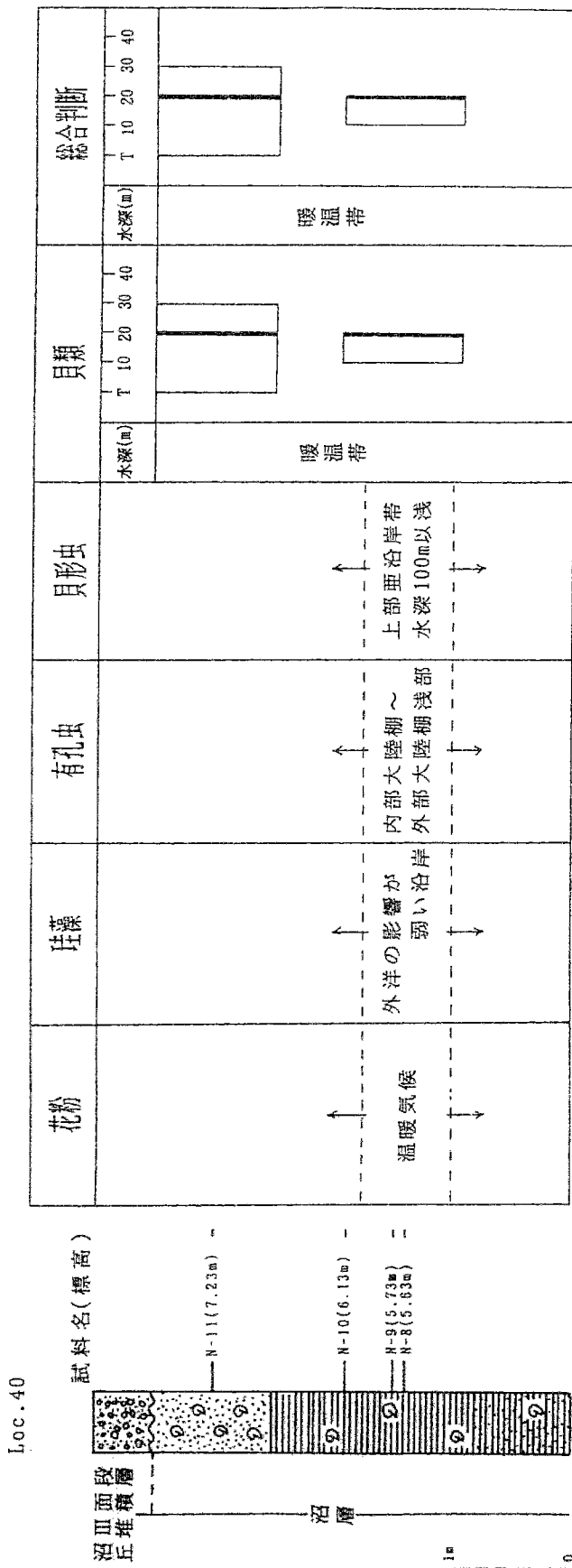
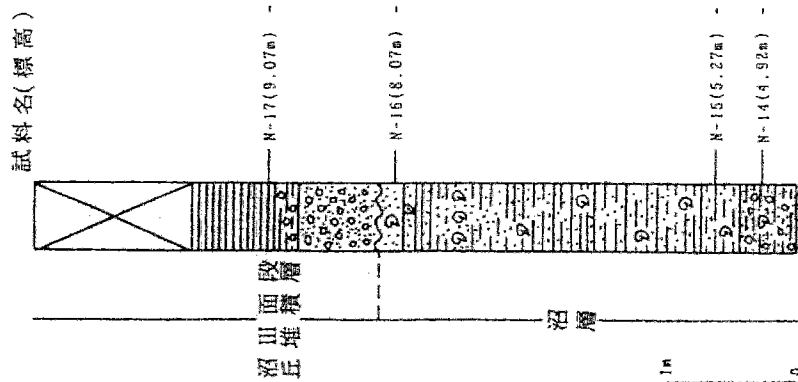


図 2. 3 - 5 Loc. 40 の古環境推移図
 貝類および総合判断における水深は、推定される水深を黒塗りで示し、
 許容範囲を白抜きで示した。

Loc. 41



花粉	硅藻	有孔虫	貝形虫	貝類	総合判断
↑ ? 冷涼 温暖気候 ↓	↑ 淡水 ↓			水深(m) T 10 20 30 40	水深(m) T 10 20 30 40
温暖気候	外洋の影響が 弱い沿岸	外洋化 内部大陸棚～ 外部大陸棚浅部 水深30-50m ～100-150m	内湾度の低下 上部亜沿岸帯 水深100m以浅	水深(m) T 10 20 30 40	淡水 暖温帯

図 2. 3 - 6 Loc. 41の古環境推移図
貝類および総合判断における水深は、推定される水深を黒塗りで示し、
許容範囲を白抜きで示した。

Loc. 42

試料名(標高)

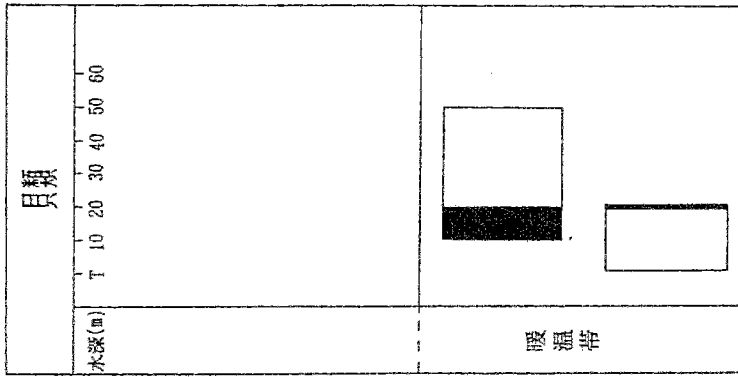
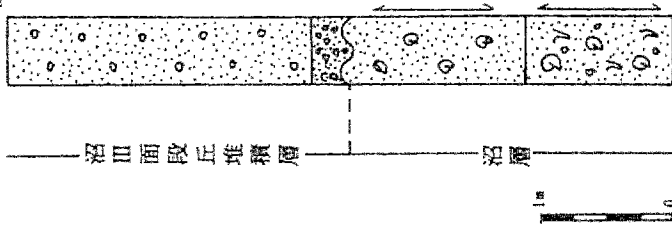


図 2. 3-7 Loc. 42の古環境推移図

貝類における水深は、推定される水深を黒塗りで示し、
許容範囲を白抜きで示した。

Loc. 43

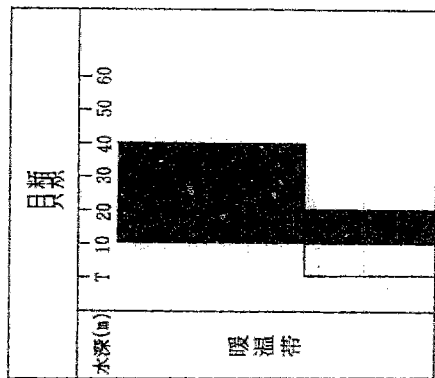
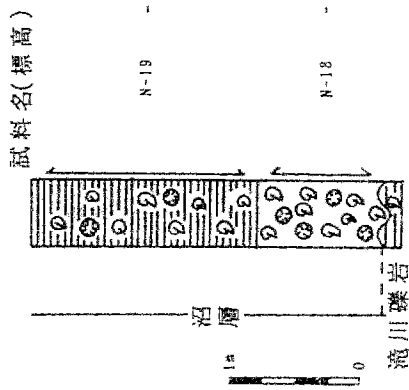


図 2. 3 - 8

Loc. 43の古環境推移図

貝類における水深は、推定される水深を黒塗りで示し、許容範囲を白抜きで示した。

2. 4 層序時代と絶対年代の比較

本節では、2. 1節で述べた絶対年代測定結果と2. 2および2. 3節で述べた層序時代について比較検討する。

<木下層>

木下層は、酸素同位体ステージ6(約150,000年前)からステージ4(約80,000年前)の最終間氷期に堆積したとされている(Murakoshi and Masuda, 1992)。今回採取した試料のESR年代値130,000年前は、この年代値に包含される。さらに、年代測定試料の上位層準にあるSIP(=HK-KIPグループ)の降下時代が、最終間氷期最高海面期(125,000年前)を過ぎて海退が進行していた時期に当たるとされている(新井ほか, 1977)ことも、得られた年代値との間に層位学的な矛盾はない。したがって、ESR年代測定値は信頼性の高い値と考えられる。

一方、最終間氷期の堆積物中に含まれる化石は温暖なものと考えられがちであるが、Aoki and Baba (1980)は、木下層に寒冷系の貝化石種が含まれ、現在のように黒潮が房総半島の南岸を流れる海洋状況とは異なる状況下にあったと推定している。この見解は今回の古環境推定の結果を裏付けるものである。

<沼層>

年代が極めて若いため、これを確定できる示準化石が元来乏しく、わずかに浮遊性有孔虫の1種*Globorotalia truncatulinoides*の産出により、沼層が180万年前以降と断定できたに過ぎない。この時代の年代を推定する方法の1つとして、鬼界アカホヤテフラ(K-Ah, 約6,300年前; 町田・新井, 1992)を見つけ出すことであるが、従来の研究では報告されていない。実際の沼層の年代推定には、 ^{14}C 年代測定法が有効である。ただし、 ^{14}C 濃度の初期値に地域差や経年変化があり、少なくとも ^{14}C 年代値の6,000~7,000y. B. P. は実際には約800年程度古くなることを考慮に入れておく必要がある。

3. 房総半島北部地域および南端地域の隆起・沈降運動の検討

第四紀における隆起・沈降運動の詳細を把握するために、変動基準面の形成環境と形成年代を定量的に捉える必要があり、今回の研究はこの点を主眼として行った。そこで、この章では前章までの結果を踏まえて変動基準面の設定および変動量の推定を行う。

(1) 変動基準面の設定について

第四紀における詳細な隆起・沈降運動像を捉えるためには、変動基準面の形成環境および形成年代が定量化されている必要がある。広域的な地殻変動を考察した従来の文献の多くは、地形面(海成段丘の堆積原面など)を変動基準面として採用してきた。このような変動基準面の設定方法は、地殻変動をおおまかに見積る場合には有効と判断されるが、変動基準面としての地形面の形成環境や形成年代が同一とは限らないことから、今回のように詳細な地殻変動量を求める上では問題があるものと考えられる。事実、1章の地形・地質学的調査の結果によると、地形的にみて同一地形面であっても堆積海成段丘地域の構成層の岩相に相違が認められ、かつ同一時間面を示しているのか否かを判断できる材料が得られなかった。したがって、今回の調査対象地点の地殻変動量を把握するための変動基準面として、形成年代と形成環境が定量化できる層準を採用した。

(2) 地殻変動量の見積り

今回の調査結果から、上述の条件を満たす変動基準面は、Loc. 2のヒメスナホリムシ生痕化石の上限層準(フィッシュントラック年代値と層位学的情報から約12.5万年前前後に降下したとみなしたSIPの直下の層準、潮間帯の環境)、Loc. 6のKH-4層準(ESR年代値から約13万年前と推定、水深20m程度の環境)、Loc. 40のN-9~10層準(^{14}C 年代値6,430年前、水深20m程度の環境)、Loc. 41のN-16層準(^{14}C 年代値4,130年前、水深10~20mの環境)の4層準である。また、貝化石群集の類似性とその産出層準の層位学的関係からLoc. 2のKN-2(水深20m程度の環境)の年代をKH-4と同一とみなした場合とLoc. 6のヒメスナホリムシ生痕化石の上限の年代をLoc. 2のそれと同一とみなした場合(実際にはSIPの2m程度下位の層準になる)についても変動量を試算した。さらに、松島・吉村(1979)のデータを利用してLoc. 43の各層準の変動量を算定した。

ここで、変動量を算定するにあたっては、以下のような式を採用した。

$$U = L - H - S$$

ここで、U：変動量、L：層準の標高、H：形成高度、S：古海面高度である。この式は、旧汀線あるいは旧海水準高度から隆起・沈降量を求める方法で、多くの文献で採用されている(大和地質研究所, 1992, 1993)。なお、今回の変動量の算定では地層の圧密を考慮していない。上記の式に必要な古海面高度は、12.5万年前を菊地(1987)に従い2~8m、6,000年前前後を太田ほか(1990)に従い2~5mとした。13万年前および4,000年前前後の古海面高度については文献上で通例とされている値がないため、上記の値をもって代用させた。

以上の仮定のもとに地殻変動量を算定した結果を表3-1に、各地点の地殻変動量の推移を図3-1に示す。また、地殻変動量を形成年代値(中央値)で単純に割って求めた変動速度を表中に併記した。表3-1から明らかなように、今回求められた地殻変動量の推定幅は、木下層では古海面高度の推定幅に、沼層の場合は古水深と古海面高度の推定幅に起因しているものである。古海面高度のうち、12.5万年前および6,000年前前後の古海面高度については現在のところ信頼性のある値とされていることから、この2つの時代における古海面高度の推定幅から生ずる地殻変動量に幅が存在することは現時点では止むを得ないものと考えられる。なお、海進最高頂期以外の時期の古海面高度については確定していないのが現状である。一方、古水深の推定幅、特に沼層のN-19のように古水深の幅が大きいものについては同層準における貝化石採取地点を増すと共に、堆積学的方法などを用いて古環境の推定範囲を狭めることが必要と考えられる。以上のことを考慮すると、N-19を除いた沼層と木下層で求められた地殻変動量は、いずれも確度の高い数値であると判断される。

次に、図3-1から今回調査した地点における地殻変動様式についてみると、木下層を対象とした地点(Loc. 2およびLoc. 6)では、隆起傾向にあることを容易に理解することができる。一方、沼層を対象とした地点(Loc. 40, Loc. 41およびLoc. 43)の地殻変動様式は、上述したように地殻変動量の推定幅が大きいため、一様に隆起したのかあるいは沈降した後隆起に転じたのかを明確に推定することは困難である。

表 3-1 地質学的手法に基づいて推定した地殻変動量

地層名	地点	基礫面	標高:L(m)	形成高度:ll(m)	古海面高度:S(m)	隆起量:U=L+ll-S(m)	形成年代(ka.)	隆起速度(mm/y)
木下層	Loc. 2	ヒメスナホリムシ生痕化石の上層	36	0	2~8	28~34	125(117~142)	0.23~0.27
		貝化石(KN-2)	22	-20	2~8	34~40	130(120~150)	0.26~0.30
	Loc. 6	ヒメスナホリムシ生痕化石の上層	38	0	2~8	30~36	125(117~142)	0.24~0.28
		貝化石(KH-4)	28	-20	2~8	40~46	130(120~150)	0.30~0.36
沼層	Loc. 40	貝化石(N-9~10)	6	-20	2~5	21~24	6.43±0.11	3.3~3.7
		貝化石(N-16)	8	-10~-20	2~5	13~26	4.13±0.11	3.1~6.3
		貝化石(N-19)	5.5	-10~-40	2~5	10.5~43.5	4.4±0.11	2.4~9.8
		貝化石(N-18)	3.5	-10~-20	2~5	8.5~21.5	5.8±0.11	1.5~3.7
		貝化石(N-18)	2.5	-10~-20	2~5	7.5~20.5	6.6±0.15	1.1~3.1

*の標高および形成年代は松島・吉村(1979)のデータに基づく

ヒメスナホリムシ生痕化石の上層年代の範囲はKH-K1P6とK1P8のフイットラック年代値12.8±1.1, 13.2±1.0万年前の範囲を表す
KH-4の年代値の範囲は、今回測定したE S R年代値の範囲であり、KN-2の年代値はKH-4と同じとした

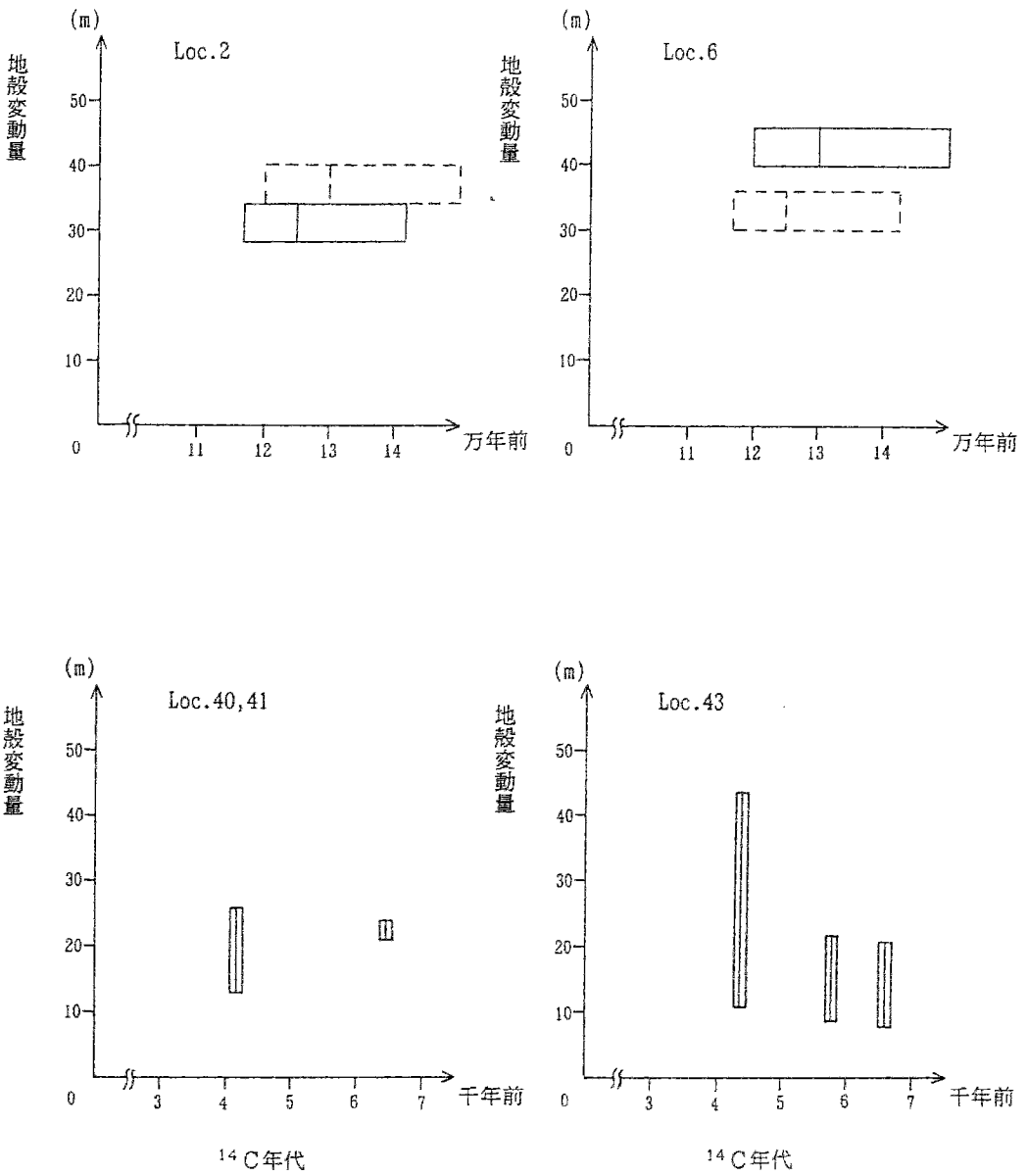


図 3 - 1 各地点の地殻変動量の推移図

図中の年代値および地殻変動量は表3-1のデータを使用した。
 年代値の範囲のうち、中央の線がもっともらしい年代値を示す。
 Loc. 2およびLoc. 6の破線の部分は用いたデータのみから正確な
 年代値を設定できず層位学的な根拠に基づいて設定した層準で
 あることを示す(詳細は本文参照)。

4. 結論と今後の研究計画

(1) 結論

本報告書は、房総半島をモデル地域として、第四紀における地殻の隆起・沈降運動を詳細に把握するために、変動基準面の形成環境・形成年代の定量化について考察した。

従来、変動基準面として地形面(海成段丘の堆積原面など)が用いられてきたが、詳細に観察すると同一時間面や同一環境を示すとは限らないことが判明した。したがって、地殻変動のおおまかな傾向をつかむ際には地形面(海成段丘の堆積原面など)を用いることは重要であるが、詳細な地殻変動をつかむ際には形成環境・形成年代を定量化できる層準をもって変動基準面とすることが必要であると考えられる。

形成環境を推定するために、主として古生物学的方法を採用したが、採用した古生物学的方法のうち、貝化石と生痕化石がより細かな具体的数値で古環境(古水深)の推定を行えることが判明した。なお、有孔虫や貝形虫については、連続的に試料を採取でき貝化石や生痕化石のように産出層準が限定されないという点で有効であるが、その精度は貝化石や生痕化石の場合と比べて若干落ちるものと考えられる。

形成年代を推定するために、 ^{14}C 年代測定法・ESR年代測定法・TL年代測定法を行った結果、数万年より若い年代を対象とする場合には ^{14}C 年代測定法が、それよりも古い年代を対象とする場合にはESR年代測定法が有効であると判明した。しかし、 ^{14}C 年代測定法では、 ^{14}C の初期濃度の不均一性や経年変化により測定誤差以外の不確定要因があり、一方、ESR年代測定法には、年間線量率の見積りに伴う不確定要素があることに注意しなければならないと考えられる。TL年代測定法については、貝化石の場合、従来はカルサイトを測定対象としてきたが、カルサイトが2次的にも生成されることからアラゴナイトを測定対象とすることが必要であり、そのための手法の開発が急務であると考えられる。

地殻変動量は変動基準面の現在の標高から形成高度と古海面高度を差し引いて求めたが、形成高度と古海面高度の推定幅の大小によっては、地殻変動様式の推定を困難にする結果となった。このうち、形成高度の推定幅を狭めるためには、さらに古生物学的試料を採取して推定幅を狭める以外に、堆積学的方法等を加味してより包括的な古環境の推定が必要と思われる。

(2) 今後の研究計画

今回の研究結果から、今後行うべき研究を地層の形成環境および形成年代の推定の2項目について考察する。

今回の研究では地層の形成環境を推定する際に、主として古生物学的方法を採用したが、この方法に加えて、リップルマークなどの堆積構造や堆積相から古環境を推定する堆積学的方法やシーケンス層位学を併用することによって、より詳細な形成環境の推定ができ

ると考えられる。

次に、絶対年代測定法については、数万年より若いものを対象にする場合には ^{14}C 年代測定法が有効であると判断されたが、アラゴナイトを対象としたESR年代測定法年代値の若い方の適用限界が数万年前にあるのか否かを究明する必要がある。また、ESR年代測定法のクロスチェックの意味を含めて、2次的に晶出しないアラゴナイトを測定対象としたTL年代測定法の開発が必要と考えられる。そのためには、①アラゴナイトからカルサイトへの転移が起こらない低温領域でのプラトー域の認定方法や②高温域でのアラゴナイトからカルサイトへの転移発光量を差し引いた真の発光量の認定方法を機器の開発を含めて確立することが必要である。また、ESR・TL年代測定法の両者に関連するが、空隙の多い粗粒な堆積物での年間線量率の推定方法、およびその年間線量率測定法の標準化の検討が必要であると考えられる。