

「かいいい」KR02-15次航海で得られた 北西太平洋遠洋堆積物コア(PC-2, 3, 7)の岩相

入野 智久^{*1} 佐川 拓也^{*1} 新村 靖^{*1*2}
金松 敏也^{*3} 山崎 俊嗣^{*4} 三島 稔明^{*3}

過去における地球磁場変動と古気候・古海洋変動との関係を解明する目的で、深海研究船「かいいい」KR02-15 次航海において、北西太平洋外洋域から3本の堆積物柱状試料が採取された。採取された柱状試料は船上で直ちに分割・半割され、記載・スミアスライドによる粒子組成の観察・色・帯磁率の測定が行われた。得られた堆積物は主に粘土鉱物からなり、少量の珪質微化石を含む。また頻繁に火山灰層を挟むので、今後の古地磁気強度測定・生層序解析とともに精密な年代決定が可能になるものと思われ、採取目的に叶った試料であると判断される。

キーワード: KR02-15次航海・遠洋性堆積物・北西太平洋・岩相層序・帯磁率・色測定

Lithology of pelagic sediment cores (PC-2, 3, 7) recovered from north-western Pacific on R/V "Kairei" KR02-15 cruise

Tomohisa IRINO^{*5} Takuya SAGAWA^{*5} Yasushi NIIMURA^{*5*6}
Toshiya KANAMATSU^{*7} Toshitsugu YAMAZAKI^{*8} Toshiaki MISHIMA^{*7}

Three pelagic sediment cores were recovered from northwest Pacific on the R/V "Kairei" KR02-15 cruise, in order to study the interrelationship between the variabilities of magnetic field and climate-ocean system in the past. Recovered cores were splitted onboard and lithological description and measurements for color and magnetic susceptibility have been conducted. Sediments consist of pelagic clay with minor association of siliceous microfossils and are intercalated by frequent volcanic ash layers. These lithological features enable us to establish precise chronostratigraphic frameworks through a measurement of paleomagnetic intensity, diatom biostratigraphy, and tephrochronology. We judged that the recovered cores are suitable for our purpose of study.

Keywords : KR02-15 cruise, pelagic sediment, northwest Pacific, lithostratigraphy, magnetic susceptibility, color measurement

* 1 北海道大学 大学院地球環境科学研究科

* 2 環境省(現所属)

* 3 深海研究部

* 4 産業技術総合研究所 海洋資源環境研究部門

* 5 Graduate School of Environmental Earth Science, Hokkaido University

* 6 Ministry of the Environment (Present address)

* 7 Deep Sea Research Department

* 8 Institute for Marine Resources and Environment / Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

1. はじめに

日本列島の東、35°N付近の海域は黒潮続流域と呼ばれ、氷期一過水期に伴う黒潮前線の南北移動により、水温・塩分といった表層水塊の性質が過去において大きく変動してきたことが知られている (Chinzei et al., 1987)。この海域以北の海底堆積物はオリブ色の珪質粘土で特徴づけられ、陸域から遠く離れているにもかかわらず堆積速度が4-5cm/kyと極めて速い (Heath et al., 1985)。これより南の海域に分布する黄茶一茶色で珪質微化石をあまり含まない数mm/ky-2cm/kyの堆積速度の堆積物とは対照的である。この海域の堆積物には頻繁に火山灰が挟在し、また酸化的環境で堆積しており有機炭素含有量も少いため、還元的環境では分解されてしまう磁性鉱物も良く保存されていることが期待される。従って、微化石・火山灰・古地磁気層序を用いた精密な時代決定が可能であり、堆積速度が速いこともあって、遠洋域であるにも関わらず比較的高時間解像度の古環境および古地磁気強度変動の復元が実行できると期待される。

黒潮続流域以北に分布する特徴的な堆積相の形成メカニズムを解明し、かつ過去の環境変動と地球磁場強度変動との関係 (Yamazaki and Oda, 2002) を検討することを目的として、深海研究船「かいりい」によるKR02-15次航海において、北西太平洋遠洋域で3本の堆積物柱状試料(コア)が採取された。本報告では、採取されたコアに対して船上で行われた記載・帯磁率・色測定の結果を整理し、今後の分析のための基礎資料を提供する。

2. KR02-15次航海

2.1. 概要

KR02-15次航海は2002年11月17日から12月6日の間に行われた。本航海では、東北日本東岸域の斜面堆積物コアセットおよび黒潮続流域以北の遠洋性堆積物コアセットの2セットの堆積物が採取された(図1)。採取されたコアには採取順にPC1からPC7までの番号がふられた。航海中の荒天のため、PC2地点での採泥は一度失敗したため、2度目で採

取されたコアをPC2Bと名付けた。各採泥点の採泥日・緯度・経度・水深を表1に示す。各採泥点付近では、シービームおよびサブボトムロファイラによって海底地形と海底面直下の堆積状況を調査した上で、採泥点が決定された。

2.2. 採泥

採泥には中口径(内径8cm)・20m長(5mパイプ×4本)のピストンコアに、ポリカーボネート製インナーチューブ(内径75mm, 5m×4本)を装着して行った。パイロットコアにはユース式を用いた。

揚収されたピストンコアからは、甲板上で直ちにインナーチューブが引き出された。引き出されたコアは、インナーチューブの上端から長さ1mずつのセクションに切り分けられ、上からセクション1, 2, 3, ...と番号がふられた。各コアの採取状況と各セクションの正確な長さを表2にまとめて示す。

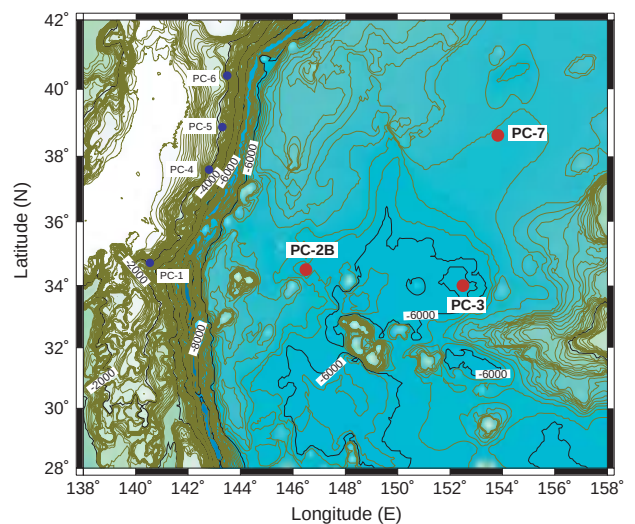


図1 試料採取地点

Fig. 1 Locality map of core sites.

表1 KR02-15次航海で得られたピストンコアの採取日・位置・水深

Table 1 Date, location, and water depth of piston cores recovered on the KR02-15 cruise.

Core	Date	Latitude	Longitude	Water depth (m)
PC-2B	Nov 20, 2002	34° 29.1177' N	146° 30.0413' E	5936
PC-3	Nov 21, 2002	33° 53.9950' N	152° 28.1942' E	5970
PC-7	Dec 1, 2002	38° 37.6986' N	153° 50.1309' E	5750

表2 KR02-15次航海で得られたピストンコアの回収状況

Table 2 Recovery of each piston core of KR02-15 cruise.

Core ID	Piston core length (cm)																				C.C.	Pilot core	Remarks
	Sec. 1	Sec. 2	Sec. 3	Sec. 4	Sec. 5	Sec. 6	Sec. 7	Sec. 8	Sec. 9	Sec. 10	Sec. 11	Sec. 12	Sec. 13	Sec. 14	Sec. 15	Sec. 16	Sec. 17	Sec. 18	Sec. 19	Sec. 20			
PC2B	Empty	Empty	Empty	~100 flow-out	100.8	92.0	99.8	98.9	100.3	72.4	98.6	100.7	99.7	100.1	99.3	90.7	100.0	Flow-in	Flow-in	Flow-in	2 pieces	1 Ewing	Top 100 cm sample was partly recovered; Lower 85 cm of Sec. 17 is flow-in.
PC3	Empty	64.8	99.6	98.8	95.8	100.0	99.7	100.3	100.1	70.3	99.2	100.0	99.5	99.8	97.3	99.4	100.0	100.3	99.3	96.4	56.3 cm long piece and another	1 Ewing	
PC7	Empty	Empty	~50	~100	94.4	100.9	99.8	99.7	101.0	67.2	99.1	100.1	99.5	100.3	99.9	99.7	101.0	99.0	100.5	100.8	50.2 cm long piece and another	1 Ewing	Top 150 cm sample was recovered in 4 bags

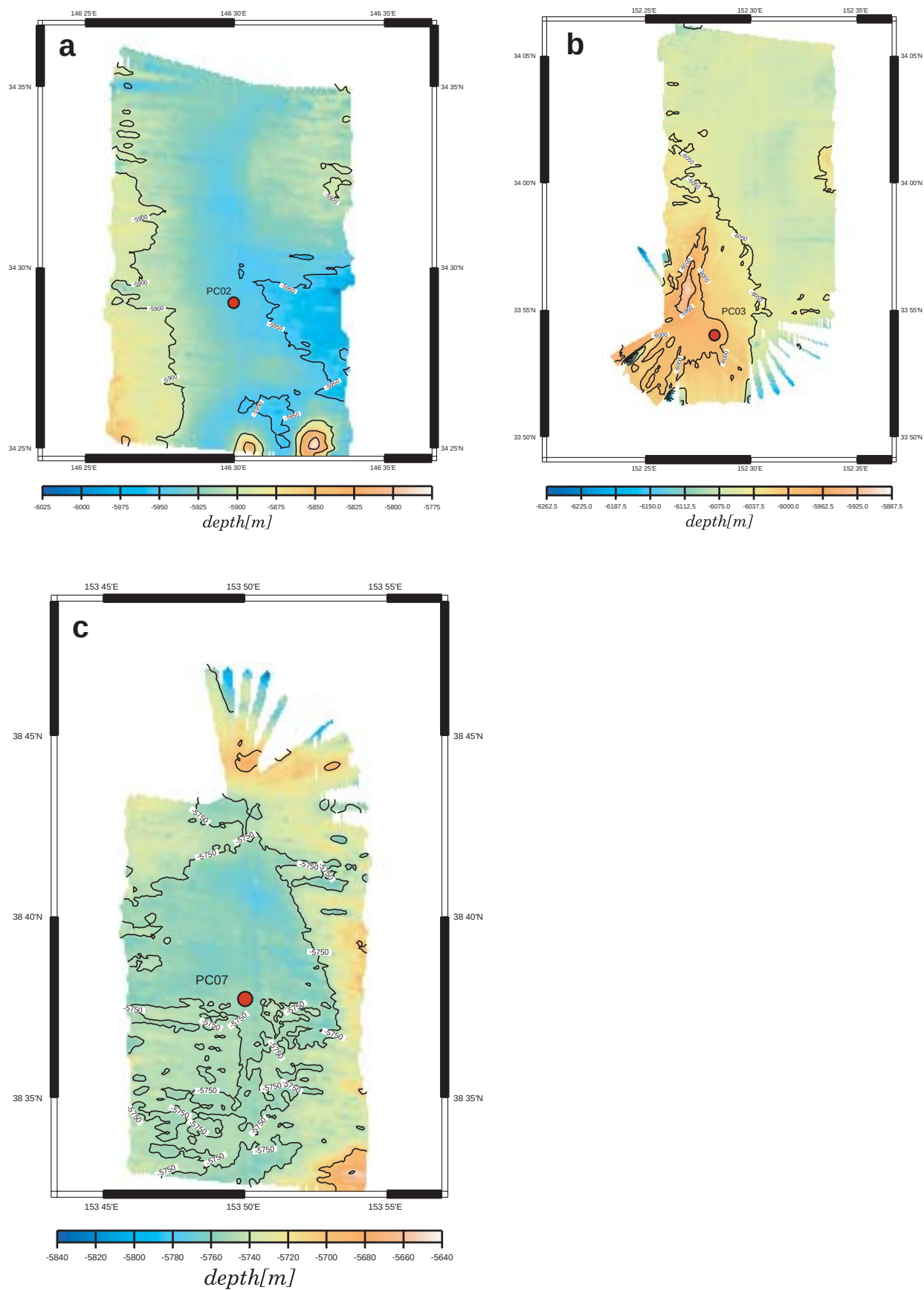


図2 シービーーム探査による採泥点[(a) PC2B, (b) PC3, (c) PC7]付近の海底地形
 Fig. 2 SEABED bottom images around core sites for (a) PC2B, (b) PC3, and (c) PC7.

2.3. 船上作業

コアの各セクションは室温になるまで静置された後半割され、片側をArchive half, もう一方の側をWorking halfと名付けた。Archive halfについてはデジタルカメラで撮影した後、直ちに冷蔵保管された。Working halfに対しては、岩相記載・帯磁率測定・色測定・スミアスライドを用いた堆積物粒子組成の記載が行われた。記載・測定作業後に、Working halfからは古地磁気測定用キューブを用いて、2列の分析用試料が分取された。

帯磁率測定は、Bartington社製MS2型帯磁率計(センサー口径10cm)を用いて2cmおきに測定された。この方法の場合、各セクションの上端と下端の値が実際より低くなるので注意が必要である。

色測定は、水分の蒸発を防ぐためにWorking halfの切断面を透明ラップ(旭化成製サランラップ)で覆い、その上からミノルタ社製分光測色計CM-2002を用いて行われた。測定は正反射光除去(SCE)条件下で、2cmごとに行なわれた。得られた反射スペクトルデータからC光源、観察視野2°の条件で色彩値を計算し、表色系にはL*(明度)・C*(彩度)・h°(色相角)を用いた。

3. 各コアの記載

3.1. PC2B

3.1.1. 概要

PC2B地点は、黒潮続流域東西トランセクトのうち西側の採泥点で、より黒潮の源流に近くかつ風成塵(黄砂)運搬・堆積経路の風上側に当たる(図1, 表1)。採泥は水深5936mの平坦面で行われ(図2a), 十分な厚さの堆積物が存在する(図3a)。

コアのセクション1から3は海水のみが回収され、セクション17の上端から15cmより下位はflow-inであった。セクション4を満たしていた堆積物は極めて含水率が高く流動的で回収不可能であったため、正味1168.3cmの堆積物が乱されずに回収された(表2)。セクション6および10がそれぞれ92.0cm, 72.4cmと短いのは、インナーチューブの継目にあたり下位側のインナーチューブが、上位側のインナーチューブに重なるようにめり込んでしまったからである。セクション11は、その上端から30.4cmのところまで2分割されている。ユースリング式パイロットコアには、表層堆積物が回収された。

3.1.2. 岩相(写真1, 図4a, 凡例は図5)

PC2Bコアの堆積物は主に均質あるいは生物擾乱を受けたオリーブ灰色の粘土からなる。セクション5と6は均質な見掛けの粘土からなり、セクション7からセクション8の上部20cmにかけて、暗黄茶色からオリーブ茶色の若干珪質微化石に富む粘土が見られる。セクション8の下半からセクション9にかけて生物擾乱の目立つオリーブ灰色の粘土を経て、再びセクション10で均質なオリーブ灰色の粘土となる。セクション11, 13, 14, 16では生物擾乱が目立ち、均質な粘土に比べて珪質微化石の含有量が多い傾向にある。

本コアは頻繁にパミス質あるいはスコリア質の火山灰層

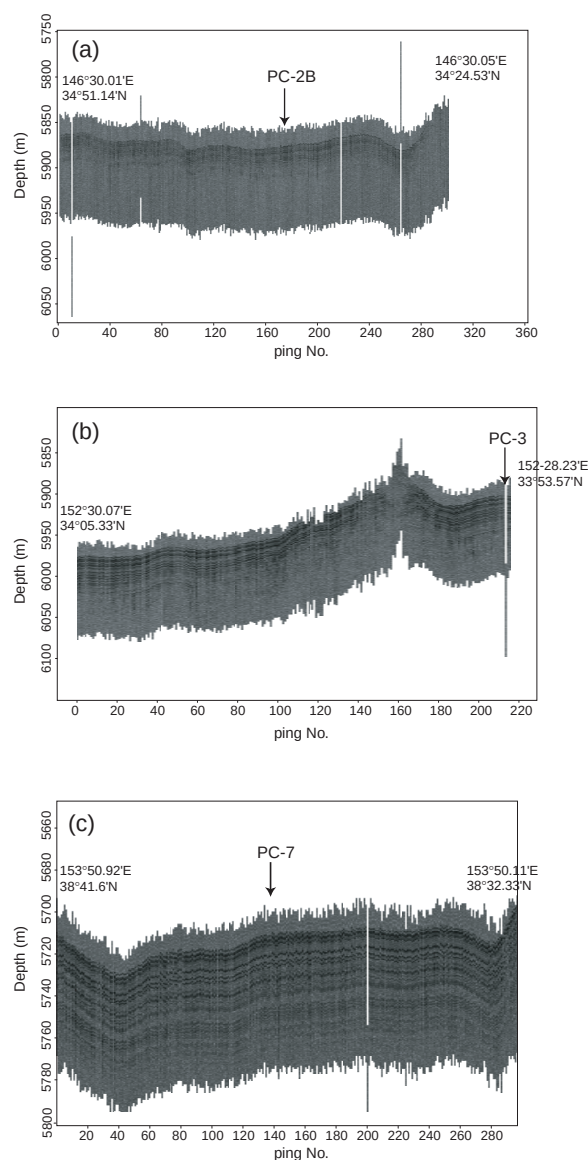


図3 音波探査による採泥点[(a) PC2B, (b) PC3, (c) PC7]付近の海底断面図

Fig. 3 Sub-bottom profiling images across core sites for (a) PC2B, (b) PC3, and (c) PC7.

や砂質層を狭在し、火山灰や砂粒のスポットも点在する。火山灰層は1から5cm厚のものが多く、セクション8, 9, 12に見られるものは、10cm程度の厚さをもつ。黒色の有機物あるいは硫化物の濃集と思われるスポットがセクション8, 11, 13に観察される。また、暗緑色のスポットあるいは薄層がセクション10以深に頻繁に見られる。回収できた堆積物の最下部にあたる部分の暗緑色層は固化しているのが特徴的である。

主要岩相の粒子組成は、シルト含有量が10%以下の粘土である。火山ガラスが1から10%普遍的に含まれる。珪質微化石含有量は少ないところで3から5%, 多いところで8から11%程度であり、珪藻と放散虫が主で次に海綿骨針が多く、わずかに珪質鞭毛藻を含む。

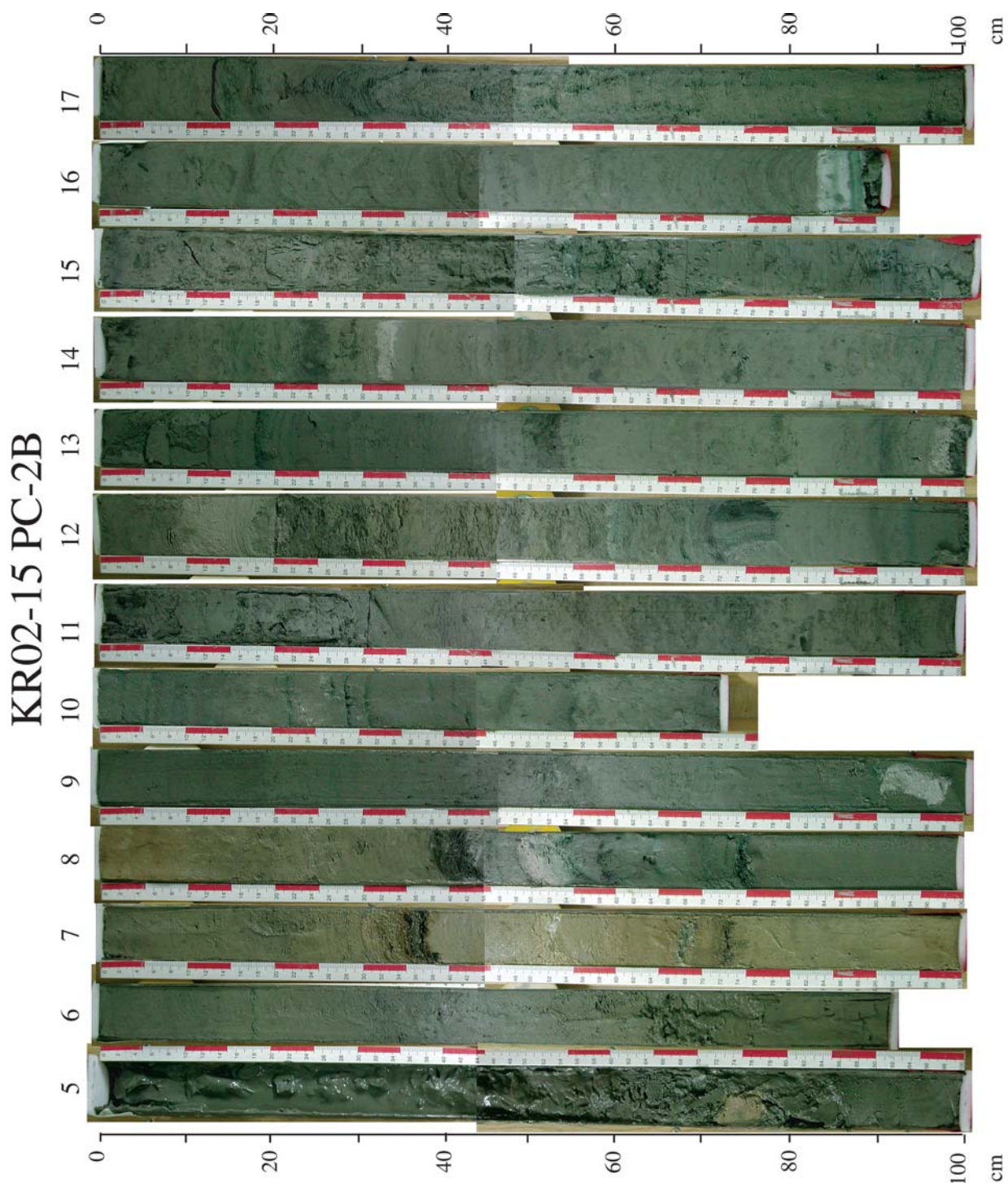


写真1 PC2Bコアの半断面写真
Plate 1 Core photograph of PC2B.

3.1.3. 帯磁率測定結果(図4a)

帯磁率は、およそ20から200の間で変動し、いくつかの火山灰または砂層で極大値を示す。また、生物擾乱の目立つ岩相に対応して高い値を示す。

3.1.4. 色測定結果(図4a)

L*は平均40程度で30から60の間で変動するが、主要岩相の中では変動幅は小さく、砂層や火山灰層で極小値や極大値を示す。また、セクション7からセクション8にかけての暗黄茶色からオリーブ茶色の岩相では、特徴的に高い値を示す。C*は、ほとんどの主要岩相の中では5前後の値でほとん

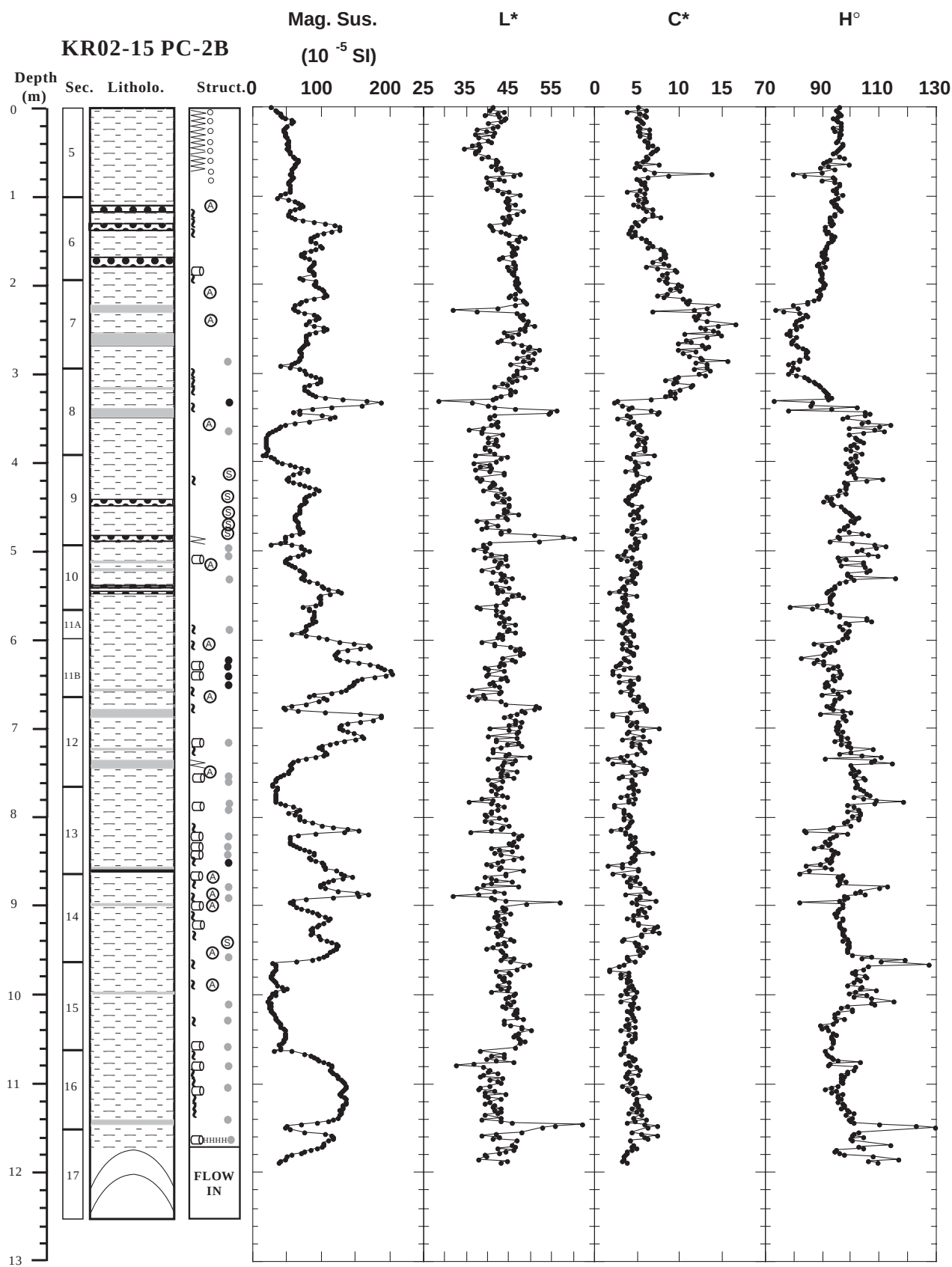


図4a ピストンコアPC2Bの岩相柱状図および帯磁率・色測定の結果

Fig.4a Summary of lithology, magnetic susceptibility, and color measurements for piston core PC2B.

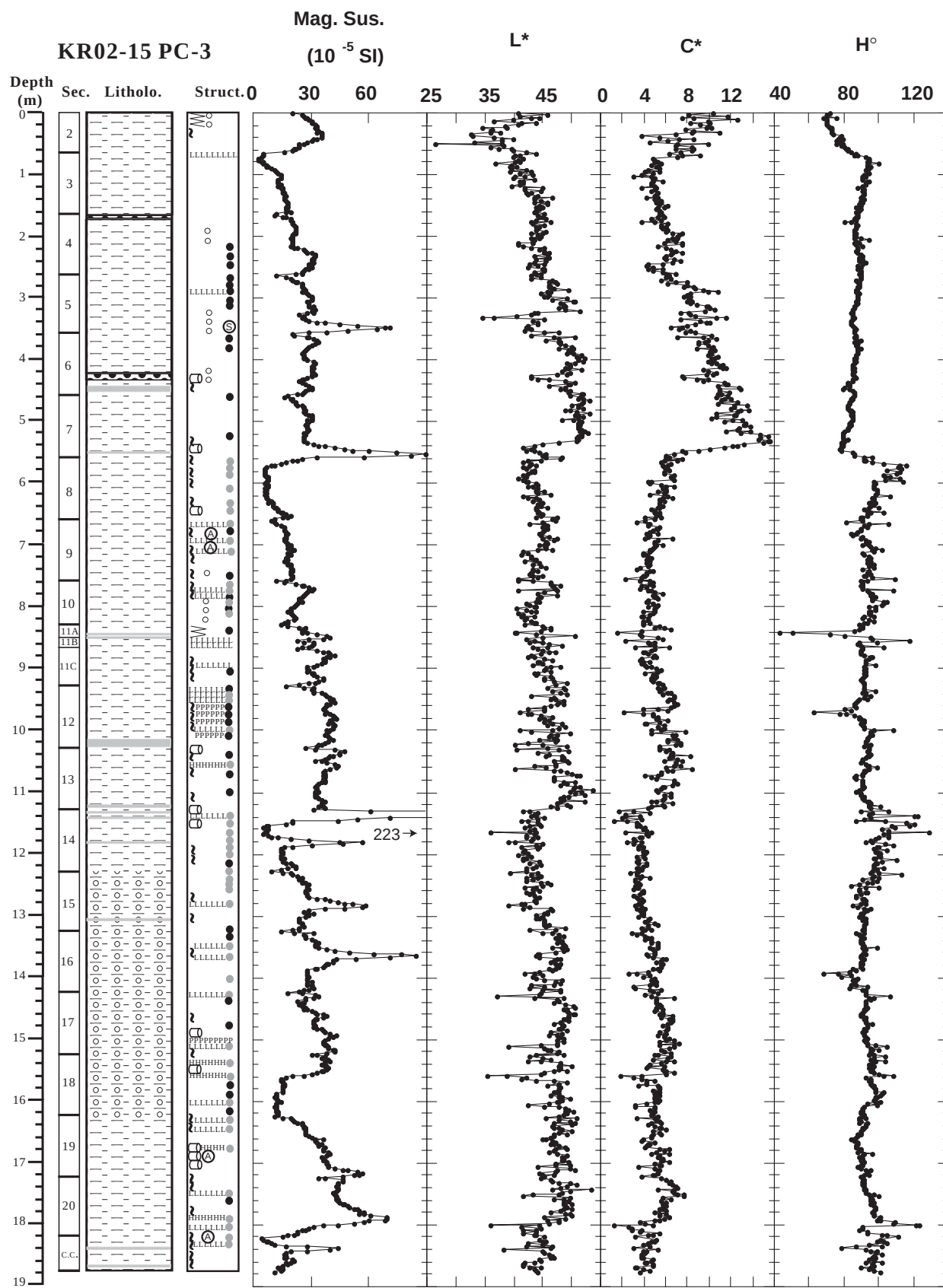


図4b ピストンコアPC3の岩相柱状図および帯磁率・色測定の結果

Fig.4b Summary of lithology, magnetic susceptibility, and color measurements for piston core PC3.

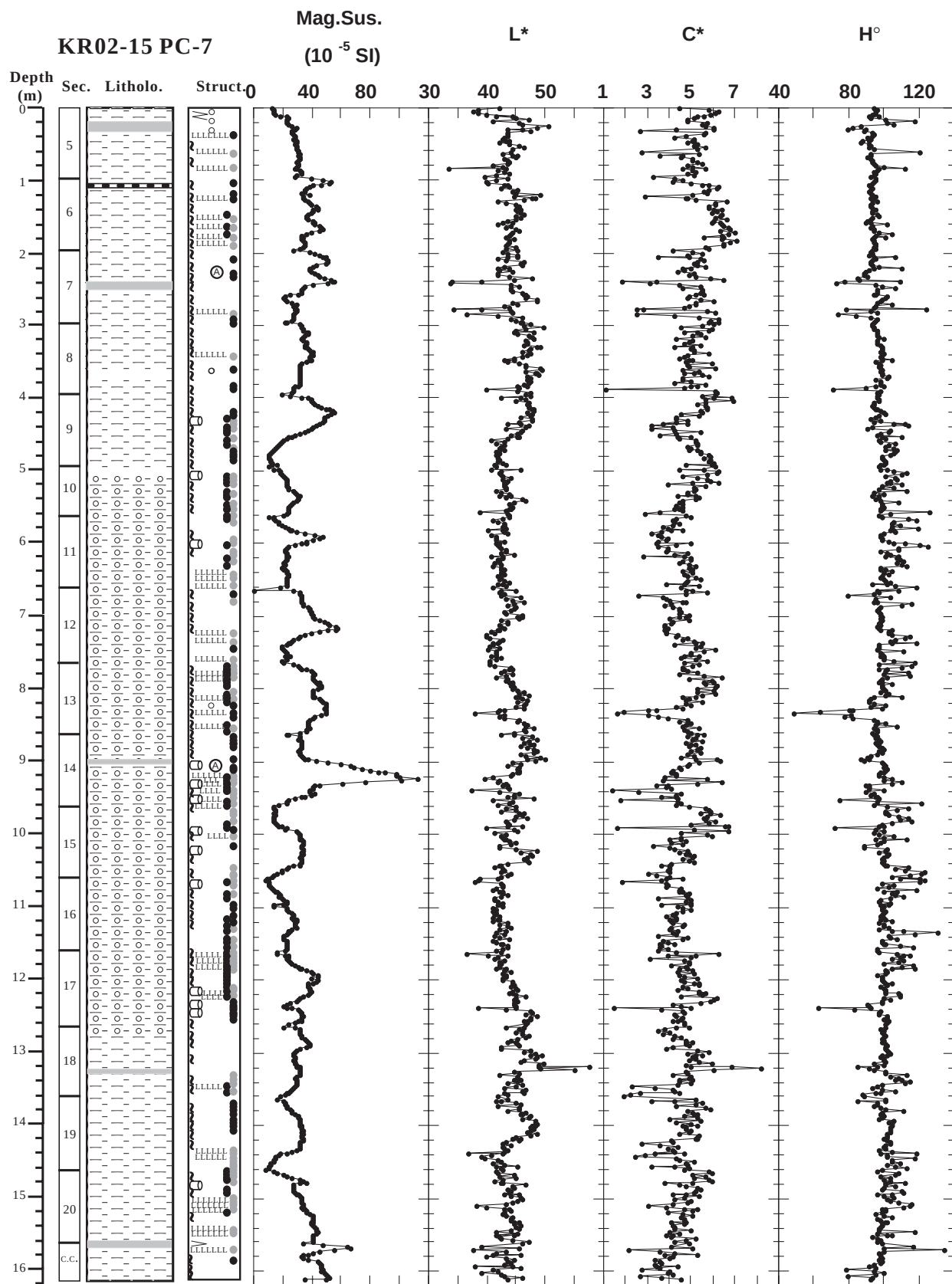


図4c ピストンコア PC7の岩相柱状図および帯磁率・色測定の結果

Fig.4c Summary of lithology, magnetic susceptibility, and color measurements for piston core PC7.

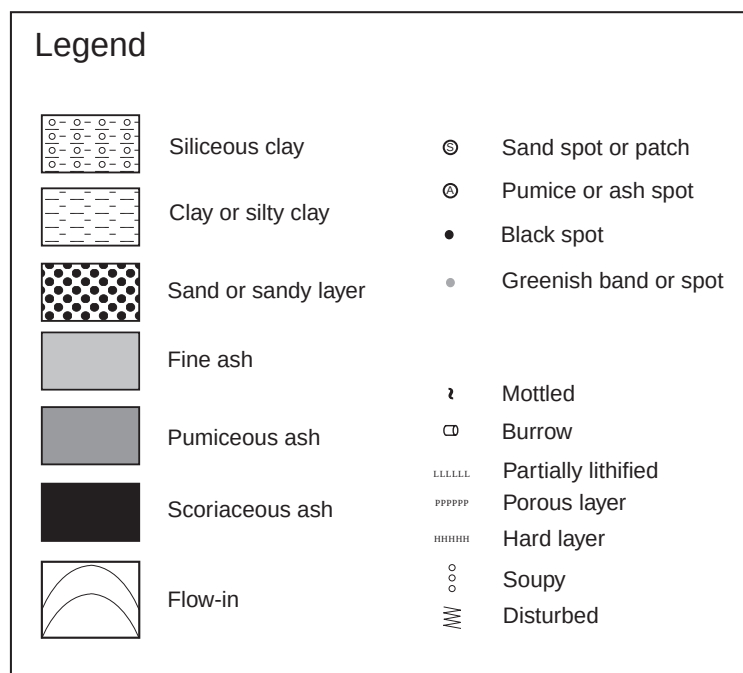


図5 岩相柱状図の凡例

Fig. 5 Legend for lithological columnar sections.

ど変化しないが、セクション7からセクション8にかけての暗黄茶色からオリーブ茶色の岩相では、特徴的に高い値を示す。H°は80°から120°の値でゆるやかに変動し、セクション7からセクション8にかけての暗黄茶色からオリーブ茶色の岩相および生物擾乱の発達した岩相で低い値を示す。

3.2. PC3

3.2.1. 概要

PC3地点は、黒潮統流域東西トランセクトのうち東側の採泥点である。風成塵(黄砂)運搬・堆積経路上で、風成塵の過去における変動が既に検討されているシャツキーライズ(Hovan et al., 1991)とPC2B地点との丁度中間地点にあたる(図1, 表1)。採泥は水深5970mの非常になだらかな斜面上で行われ(図2b)、十分な厚さの堆積物が安定して存在する(図3b)。

コアのセクション1から2の上半までは海水のみが回収されたが、それ以降コアキャッチャーまで1876.9cmの堆積物が乱されずに回収された(表2)。セクション5および10がそれぞれ95.8cm, 70.3cmと短いのは、インナーチューブの継目にあたり下位側のインナーチューブが、上位側のインナーチューブに重なるようにめり込んでしまったからである。セクション11は、その上端から23.5cmと37.2cmのところでは3分割されている。また、セクション11はArchive half側のインナーチューブがへこんで状態が良くなかったため、写真撮影にもWorking halfを用いた。ユーイング式パイロットコアには、表層堆積物が回収された。

3.2.2. 岩相(写真2, 図4b, 凡例は図5)

PC3コアの堆積物は主にオリーブ灰色の粘土からなるが、セクション2の上端には黄茶色の表層酸化層が見られた。また、セクション6の下半から7にかけては、オリーブ茶色であることが特徴的である。堆積構造は、セクション2から8までと、セクション13, 19, 20は均質だが、セクション9から12まで及びセクション14, コアキャッチャーでは生物擾乱が目立つ。セクション15から18にかけては、微かな層状構造をもつ珪質微化石に富む粘土が連続して見られる。オリーブ茶色の層、生物擾乱の目立つ層、および微かな層状構造を示す層では、均質なオリーブ灰色の粘土に比べて珪質微化石の含有量が多い。

本コアは時に火山灰層や砂質層を挟在し、火山灰や砂粒のスポットも点在する。火山灰層はほとんどが厚さ1cm程度だが、セクション6, 12, 13, 15に見られる火山灰は生物擾乱を受けてはいるが、それぞれ8cm, 12cm, 6cm, 5cmの厚さがある。黒色の有機物あるいは硫化物の濃集と思われるスポットおよび暗緑色のスポットあるいは薄層がコア全般で頻繁に見られる。セクション9以深では、部分的あるいは全体に固化した1cm厚程度の暗灰色または暗緑色の層が頻繁にあらわれる。セクション12と19において、多孔質で柔く若干明色で厚さ1から数cmの層が見られた。この多孔質層では、mmサイズの大型の珪藻が多量に含まれる。

主要岩相の粒子組成は、シルト含有量が15%以下の粘土である。火山ガラスが1から5%普遍的に含まれる。珪質微化石含有量は少ないところで6から8%, 多いところで14から23%程度であり、珪藻と放散虫が主で、わずかに珪質鞭毛藻

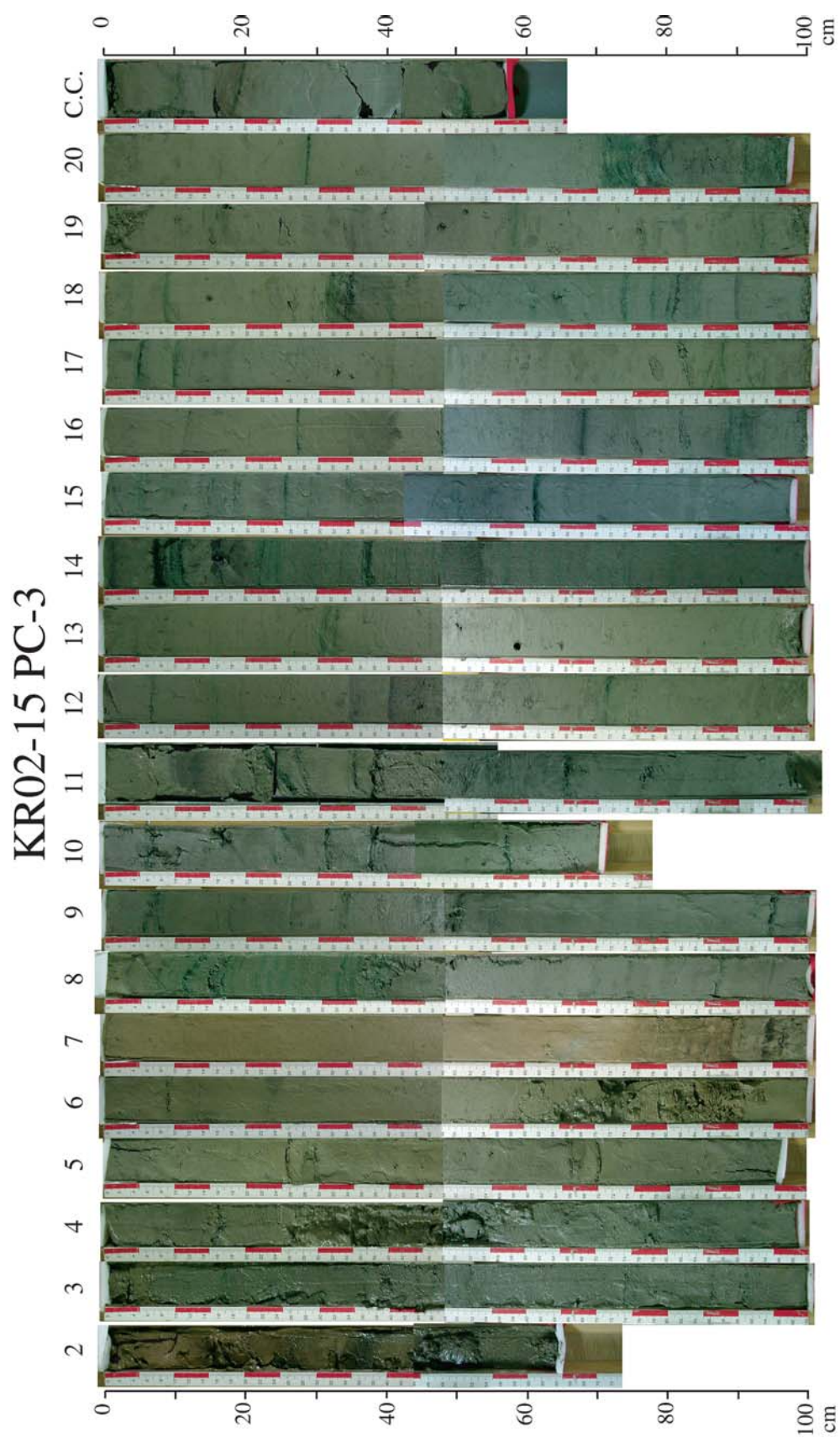


写真2 PC3コアの半断面写真
Plate 2 Core photograph of PC3.

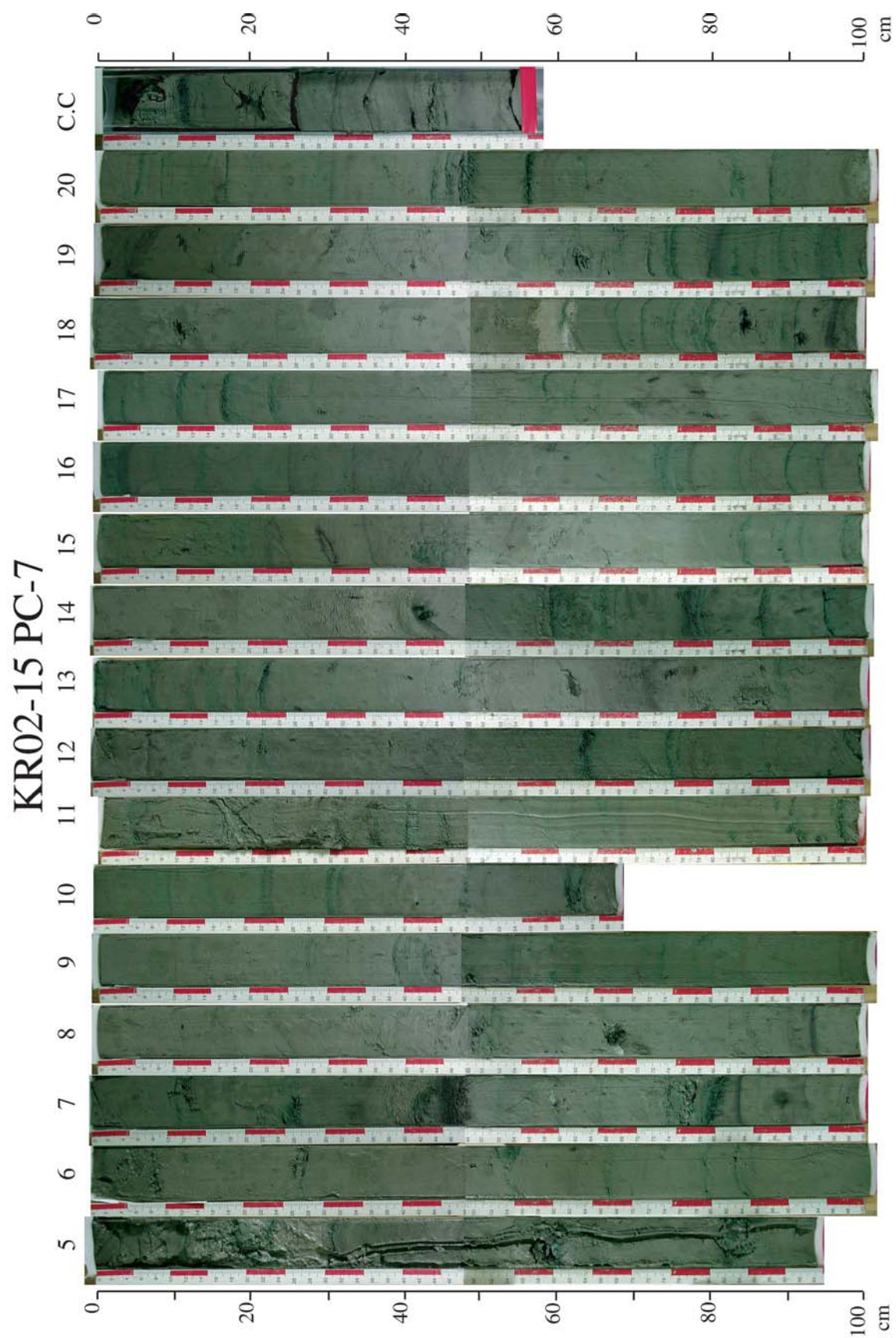


写真3 PC7コアの半断面写真
Plate 3 Core photograph of PC7.

と海綿骨針を含む。セクション12と19に見られる多孔質層では大型珪藻が多いため、珪質微化石含有量が34%に上る。

3.2.3. 帯磁率測定結果(図4b)

帯磁率は、およそ平均20程度で、5から50の間でゆるやかに変動する。火山灰層、砂質スポット、固化した層でシャープな極大値をもつことが多く、最大223の値を示す。また、生物擾乱の目立つ岩相に対応して高い値を示す。セクション3の上端、8、14、18で相対的に値が低い。

3.2.4. 色測定結果(図4b)

L*は平均40程度で25から55の間で変動し、帯磁率の高いときに高い値を示すが、セクション18の極小値は明瞭でない。C*は3から16の間で変動し、帯磁率の変動に同調している。セクション6の下半から7にかけてのオリーブ茶色の岩相では、顕著な極大値を示す。H°は70°から120°の値で変動し、帯磁率の低い層準で高い値を示す。

3.3. PC7

3.3.1. 概要

PC7地点は、黒潮一親潮混合水域内で、PC3地点の北にあたる採泥点であり(図1、表1)、本海域を特徴づける典型的なオリーブ色珪質粘土が比較的速い堆積速度で堆積していることが期待される(Heath et al., 1985)。採泥は水深5950mの平坦面上で行われ(図2c)、十分な厚さの堆積物が安定して存在する(図3c)。

コアのセクション1から3の上半は海水のみであったが、それ以降コアキャッチャーまで約1763cmの堆積物が回収された(表2)。しかしながら、セクション3の下半および4の堆積物は含水率が高く極めて流動的であったため、4つのビニール袋に分けて回収された。従って、セクション5以降の1613.1cmの堆積物が乱れずに回収できた。セクション5および10がそれぞれ94.4cm、67.2cmと短いのは、インナーチューブの継目にあたり下位側のインナーチューブが、上位側のインナーチューブに重なるようにめり込んでしまったからである。ユース式パイロットコアには、表層堆積物が回収された。

3.3.2. 岩相(写真3、図4c、凡例は図5)

PC7コアの堆積物は主に生物擾乱を受けたオリーブ灰色の粘土からなる。セクション11から12、セクション15から16、およびセクション20は微かな層状構造を示す。また、セクション10から17にかけては、その上下に比べて珪質微化石に富む。

本コアでは時に5枚の火山灰層と1枚の生物擾乱を受けた砂質層が確認された。火山灰層の厚さは2から10cmのものがほとんどだが、セクション5に見られた火山灰層は15cmの厚さを持つ。セクション14の火山灰層は、直下に生物擾乱で移動したと見られる火山灰のスポットを伴う。他にパッチ状の火山灰がセクション7に見られた。黒色の有機物あるいは硫化物の濃集と思われるスポットおよび暗緑色のスポットあるいは薄層がコア全般で頻繁に見られる。コア全般

に部分的あるいは全体に固化した1cm厚程度の暗灰色または暗緑色の層が頻繁にあらわれるが、セクション8の下半からセクション11の上半までとセクション16では見られない。

主要岩相の粒子組成は、シルト含有量が17%以下の粘土である。火山ガラスが1から11%普遍的に含まれる。珪質微化石含有量は少ないところで8から18%、多いところで20から30%程度である。珪藻が主で、放散虫がそれにつぎ、わずかに珪質鞭毛藻と海綿骨針を含む。

3.3.3. 帯磁率測定結果(図4c)

帯磁率は、およそ平均30程度で、各セクションの両端で低くなる効果を除くと変動はあまり大きくないが、セクション9から10、およびセクション16から17で低い値をとる傾向が見られる。また、火山灰層、固化した層で極大値を示す場合が多い。

3.3.4. 色測定結果(図4c)

L*は平均43程度で35から55の間で変動し、帯磁率の高いときに高い値を示す。C*は1から8の間で変動し、固化した層が頻繁に現れる層準で高い値をとる傾向がある。また黒色や暗緑色のスポットや薄層に対応してスパイク状の極小値を示す。H°は50°から120°の値で変動し、黒色や暗緑色のスポットや薄層に対応してスパイク状の極小値あるいは極大値を示す。

4. まとめ

海洋研究船「かいらい」KR02-15次航海において、北西太平洋黒潮統流域から混合水域にかけて3本の遠洋性堆積物コアPC2B、PC3、PC7が得られた。これらは、13-18m長の連続試料で回収時の乱れも少ない。回収されたコアは船上で直ちに分割・半割され、記載と帯磁率・色測定が行われた。

どのコアも主に珪質微化石を含むオリーブ灰色の粘土からなり、PC2BとPC3ではそれぞれ深度3mおよび5m付近に特徴的な暗黄茶色ーオリーブ茶色の層準があり、両者は対比できるかもしれない。採取されたコアを特徴づける頻繁な火山灰層の狭在、比較的高い珪藻含有量、変化に富む帯磁率の変化を考慮すると、火山灰層序、生層序、古地磁気層序を用いた精密な年代モデル構築が可能となると思われる。

全てのコアで珪質微化石の含有量および堆積構造の変化が見られ、それらの変化に対応した帯磁率の変化が見られる。これは、磁性鉱物の堆積量あるいは保存/溶解量の変化が、密接に堆積環境の変化に対応していることを示唆する。また、帯磁率の変化に対応した色の変化があり、堆積環境の変化が堆積物組成に良く反映されていると期待される。

今回の航海で得られたコアからは、精度良く年代決定を行い、かつ堆積環境変化の情報をその組成から抽出することが十分可能であると考えられる。従って、この海域を特徴づける堆積物の成因究明および古地磁気強度変動と古環境変動の関係を検討するという目的に叶ったコアが得られたと判断できる。

謝 辞

本研究航海を行なうにあたって、「かいいい」の田中船長をはじめとする観測士官および乗組員の方々には全面的な御協力を頂いた。また、採泥作業では(株)マリンワークの観測技術員の方々に様々なご支援を頂いた。とりわけ杉山和弘博士には、珪質微化石の鑑定について貴重な御教授を賜った。ここに記して心から御礼申し上げる。

文 献

- 1) Chinzei, K., Fujioka, K., Kitazato, H., Koizumi, I., Oba, T., Oda, M., Okada, H., Sakai, T., and Tanimura, Y., Postglacial environmental change of the Pacific Ocean off the coasts of central Japan, *Marine Micropaleontology*, 11, 273-291 (1987).
- 2) Heath, G. R., Burckle, L. H., et al., Init. Repts. DSDP, 86 (Washington (U.S. Govt. Printing Office), 1985).
- 3) Hovan, S., Rea, D. K., and Pisias, N., Late Pleistocene continental climate and oceanic variability recorded in north-west Pacific sediments, *Paleoceanography*, 6, 349-370 (1991).
- 4) Yamazaki, T., and Oda, H., Orbital influence on Earth's magnetic field: 100,000-year periodicity in inclination. *Science*, 295, 2435-2438 (2002).

(原稿受理：平成15年8月4日)