

KR02-15次航海で得られた日本列島東岸沖の 海底コア(PC-1, 4, 5, 6)の岩相

佐川 拓也*¹ 入野 智久*¹ 新村 靖*^{1,2}
川幡 穂高*³ 金松 敏也*⁴

最終氷期から現在までの、親潮・黒潮および混合水域における古気候・古海洋変動を高時間解像度で理解するために、海洋科学技術センター・深海調査研究船「かいれい」の2002年度第15次航海(KR02-15)において、房総半島沖から八戸沖までの大陸斜面上で4本の海底コアを採取した。採取した各堆積物に対し、船上で直ちに、記載・スミアスライド観察による粒子組成の観察、帯磁率・色測定を行った。4本の堆積物コアのうち房総沖コアは、砂層を多く狭在しているが、房総沖を除く3本の海底コアは連続的に堆積した珪質粘土で、古環境解析に適した柱状試料であると考えられる。

キーワード: KR02-15次航海, 日本列島東岸沖, 岩相層序, 帯磁率測定, 色測定

Lithology of piston cores (PC-1, 4, 5, and 6) recovered from the east coast of Japan, on the R/V “Kairei” KR02-15 cruise

Takuya SAGAWA*⁵ Tomohisa IRINO*⁵ Yasushi NIIMURA*^{5,6}
Hodaka KAWAHATA*⁷ Toshiya KANAMATSU*⁸

Four piston cores were recovered from the continental slope of the east coast of the northeast Japan on the R/V “Kairei” KR02-15 cruise. The lithology of four piston cores is described based on visual and smear slide observations, measurements of magnetic susceptibility and color. Three cores recovered from off-Joban, Kesenuma, and Hachinohe are mainly composed of hemipelagic siliceous clay, which are judged to be suitable for paleoenvironmental studies. The core recovered from off-Boso was frequently intercalated by turbidite sands.

Keywords : KR02-15 cruise, east coast of Japan, 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 産業技術総合研究所 海洋資源環境研究部門

* 4 深海研究部

* 5 Graduate school of Environmental Earth Science, Hokkaido University

* 6 Ministry of the Environment (Present address)

* 7 Institute for Marine Resources and Environment, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

* 8 Deep Sea Research Department

1. はじめに

日本列島東岸沖は、北上する黒潮系暖水と南下する親潮系冷水が流れている。これらの海流は三陸沖で会合し、その後、黒潮続流として東進し、北太平洋の亜熱帯循環系に大きな影響を及ぼしている。

これまでこの海域における古海洋学的研究は、主に過去約2万年間の黒潮前線の変遷に注目されてきた(例えば、Chinzei *et al.*, 1987)。また、親潮・黒潮混合水塊においても海洋科学技術センター・海洋地球研究船「みらい」によって試料が得られ、研究が進められている^{2), 3), 4), 5)}。しかし、それらの多くは万年スケール変動に焦点が当てられたもので、数千年以下のタイムスケールでの変動について研究された例はあまりない。特に、東北日本東岸海域における数十年・数百年というタイムスケールでの古海洋については未だよく理解されていないのが現状である。そこで、最終氷期から完新世における古海洋変動を、高時間解像度で定量的に理解するために、本航海で海底堆積物試料を採取した。

2. 採泥点

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。採取されたコアには採取順にPC-1からPC-7までの番号がふられた(図1)。

日本列島沿岸域における試料採取は、東北日本沿岸域から房総半島沖にかけて4地点(PC-1, 4, 5, 6)で行われた。各採泥点の採泥日・緯度・経度及び水深を表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プ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。採泥は中口径(内径8 cm)・パイプ長10 mのピストンコアラ―に、ポリカーボネート製インナーチューブ(内径75 mm, 5 m×2本)を装着して行った。パイロットコア

ラ―として、PC-1とPC-6採泥点ではユーイング式を用い、PC-4とPC-5採泥点ではアシュラ式を用いた。

3. 船上における堆積物の解析

揚収されたピストンコアラ―からは、甲板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1 m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。

コアの各セクションは室温になるまで静置され、その後半割された。半割された堆積物の片側をArchive half, もう一方の側をWorking halfと名づけた。Archive halfについてはデジタルカメラで写真撮影した後、直ちに冷蔵保管された。Working halfに対しては、肉眼観察による記載、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。

帯磁率測定は、Bartington社製MS2型帯磁率計(センサー口径10 cm)を用いて2 cm間隔で分析を行った。測定結果はSI単位系で表した。1セクション(1 m)ずつ帯磁率を測定したため、各セクションの両端の部分では値が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透明ラップ(旭化成社製サランラップ)で覆い、その上からミノルタ社製の分光測色計CM-2002を用いて正反射光除去(SCE)条件下で2 cm間隔で分析を行った。測定結果はL*C*H°表色系で表示した。各表色系は、明度を表すL°値、彩度を表すC°値、色相角度を表すH°として表される。値への換算条件は、C光源、観察視野2°である。

4. 岩相記載

各コアの岩相記載、帯磁率および色変化の特徴を述べる。

4.1. PC-1

4.1.1. 概要

PC-1地点は、一番南に位置する房総沖の採泥点で、最も黒潮の影響を受けている地点である(図1, 表1)。採泥はできるだけタービダイトを避けるために、水深1729 mの大陸斜面上にある高まりの頂上で行われ(図2a), 十分な厚さの堆積物が存在する(図3a)。コアのSec.2の下端約10 cmに含まれていた堆積物は非常に含水率が高く流動的で、1 mごとの切断の際に回収が不可能であった。そこでSec.3のトップを0 cmとし、Sec.3からSec.10まで合計767.3 cmの堆積物が

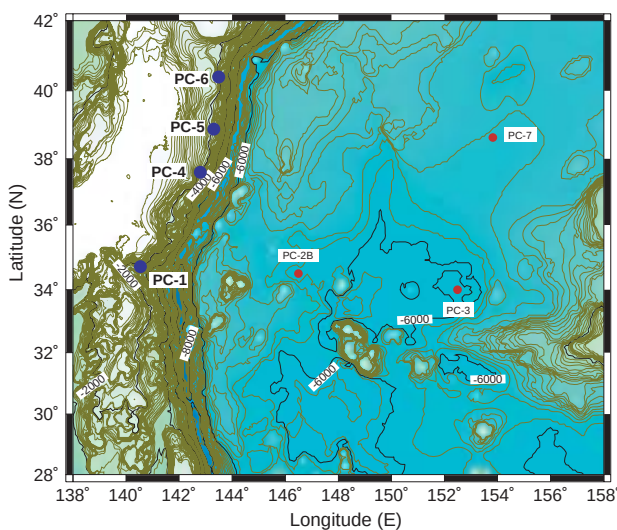


図1 試料採取地点

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-1	Nov 18, 2002	34°50.5053' N	140°40.4873' E	1729
PC-4	Nov 23, 2002	37°36.0201' N	142°48.0442' E	2258
PC-5	Nov 24, 2002	38°52.9228' N	143°18.7780' E	2365
PC-6	Nov 29, 2002	40°23.8871' N	143°29.8663' E	2215

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)											Pilot core
	Sec. 1	Sec. 2	Sec. 3	Sec. 4	Sec. 5	Sec. 6	Sec. 7	Sec. 8	Sec. 9	Sec. 10	C.C.	
PC1	Empty	10 cm flow-out	100.9	98.8	100.4	101.5	99.6	100.3	100.3	65.5	Empty	Empty Ewing
PC4	Empty	Empty	81.3	98.7	96.7	100.1	100.1	100.6	100.3	99.0	2 pieces	3 Ashura
PC5	Empty	Empty	89.0	99.9	100.3	100.5	100.3	100.7	99.9	98.4	1 piece	3 Ashura
PC6	Empty	Empty	52.6	100.2	88.1	99.8	100.4	101.5	100.9	100.8	11.5 cm long piece and another	1 Ewing

回収された。また、ユーイング式パイロットコアを用いたが、堆積物を回収することができなかった(表2)。

4.1.2. 岩相(写真1左, 図4a, 凡例は図5)

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。全体を通して火山灰層と砂層が多く挟在している。コア中には頻繁に生物擾乱に起因すると考えられる砂パッチ, 火山灰パッチ, 生痕などが見られる。Sec.4の下部20 cmには暗色スポットが数カ所見られる。Sec.8とSec.10には級化層理をもつ火山灰層が見られた。

主要岩相の粒子組成は, シルト含有量が20%以下の粘土である。10-20%が生物源物質で構成されており, 珪藻, 石灰質ナノ化石, 海綿骨針が多く含まれる。わずかに珪質鞭毛藻を含む。有孔虫は2%以下だが, 普遍的に見られた。また, 火山ガラスが0-4%程度含まれていた。

4.1.3. 帯磁率測定結果(図4a)

帯磁率は, 均質な部分ではおよそ100-200の間で変動している。砂層・火山灰層に対応して高い値を示し, 520.2 cmの層準で最大値613を示す。

4.1.4. 色測定結果(図4a)

堆積物の色彩値は主要岩相中では, ほとんど変化がないが, 砂層・火山灰層にともなって大きな変動を示す。明度を表すL*値は, 平均値が37.4でおよそ32-44の範囲で変動し, 最大値はパミス質火山灰層中(167.9 cm)で50.8, 最小値はスコリア質火山灰中(714.8 cm)で28.9を示す。彩度を表すC*値は, 主に3-9の間を変動するが, 砂層・火山灰層に対応して極小値を示す。色相角を表すH°は, 平均値が103.2°であり, スコリア質火山灰層に対応して極小値が見られる。最小値はスコリア質火山灰層中(395.1 cm)で22.4°, 最大値はパミス質火山灰層中(742.8 cm)で137.5°である。

4.2. PC-4

4.2.1. 概要

PC-4地点は, 常磐沖の採泥点で, 親潮・黒潮の混合水域南部に位置する(図1, 表1)。採泥は, 水深2258 mの大陸斜面で行われ(図2b), 十分な厚さの堆積物が存在する(図3b)。

コアのSec.3からSec.10まで, 合計776.8 cmの堆積物が回収された。コアキャッチャー部分には上下2つに分割されて堆積物が回収された。Sec.3は含水率が高く, Working half側の堆積物がより乱されているため, 帯磁率・色測定をArchive halfで行った。また, アシュラコアラーには28.9 cmの表層堆積物が3本回収された(表2)。

4.2.2. 岩相(写真1右, 図4b, 凡例は図5)

PC-4コアは均質あるいは生物擾乱をうけた, オリーブ灰色の珪質粘土からなる。生物擾乱はSec.4, 8, 9で目立つ。また, 全体的に生物擾乱に起因すると考えられる砂パッチ, 火山灰パッチが見られる。暗色スポットがSec.3の上部からおよそ2 m間隔で散在する。上部96 cmは含水率が高く乱されている。特徴的に, 海面骨針の塊が多数(特に600 cm付近に集中的に)見られる。また, 起源不明の茶色いゼリー状の物体が505.9-507.9 cmに, 貝破片が585.5 cmで見られた。731.8-759.8 cmにはミリメートルサイズの黄鉄鉱の小さい結晶が多産し, 755.8 cmには横一列に並んで産出した。

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。20-35%は生物源物質で構成されており, そのほとんどは珪藻で, 次いで石灰質ナノ化石・有孔虫が多く含まれ, わずかに珪質鞭毛藻を含む。海綿骨針も見られる。火山ガラスが1-3%程度普遍的に含まれていた。

4.2.3. 帯磁率測定結果(図4b)

帯磁率は, セクション上下端で低くなることを考慮すると, ほとんど変化は見られない。しかし, 砂パッチ・火山灰パッチがある層準に対応して極大値を示すことがある。

4.2.4. 色測定結果(図4b)

L*値は, およそ35を平均として変動しており, Sec.3-4とSec.8-10で比較的高周期・高振幅で変動する。C*値は, およそ8を平均として変動して, その変動パターンはL*値と反比例している。H°は, コア上部(95°)から下部(105°)に向けて徐々に増加している。507.9 cmで異常に低い値(79°)を示しているが, 同じ層準でL*値・C*値も極大値を示す。これは茶色いゼリー状の物体の色を反映している。

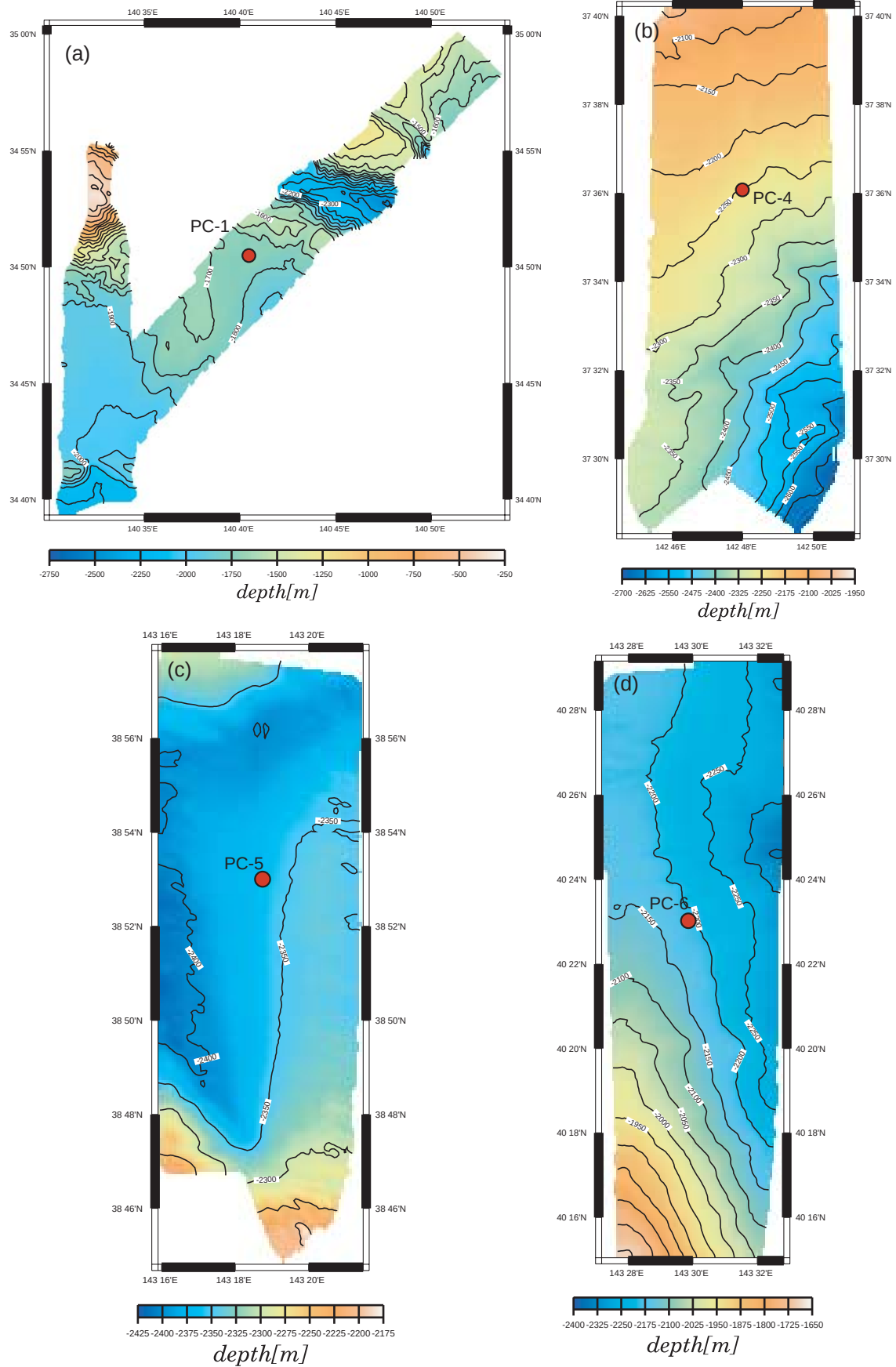


図2 シービーーム探査による採泥点 [(a)PC-1, (b)PC-4, (c)PC-5, (d)PC-6] 付近の海底地形
 Fig. 2 SEABEAM bottom images around core sites for (a)PC-1, (b)PC-4, (c)PC-5, (d)PC-6.

4.2.5. パイロットコア

アシュラコアラで採取された堆積物は、均質なオリーブ色の有孔虫を含む珪質粘土であり、上部6 cmに酸化層と見られるオリーブ茶色の層が確認された。また、コア中には海綿骨針の塊や有機物に富んでいると考えられる黒いスポットが見られ、10-13 cmにはガスが抜けてできたものと考えられる穴が数カ所見られた。ピストンコアの上部には酸化層と見られる部分が肉眼では確認できず、色プロファイルも明瞭な変化を示さないことから、ピストンコアは堆積物表層を回収できていない可能性がある。

4.3. PC-5

4.3.1. 概要

PC-5地点は、気仙沼沖の採泥点で、親潮・黒潮の混合水域北部に位置する(図1, 表1)。採泥は、水深2365 mの大陸斜面で行われ(図2c)、十分な厚さの堆積物が存在する(図3c)。コアのSec.3からSec.10までの合計789 cmの堆積物が回収された。また、アシュラコアラでは29.3 cmの表層堆積物が3本回収された(表2)。

4.3.2. 岩相(写真2左, 図4c, 凡例は図5)

堆積物は主に均質な、オリーブ灰色の珪質粘土からなるが、Sec.9-10では生物擾乱がみられる。上部43 cmは含水率

が高く多少流動的である。全体に生物擾乱に起因すると考えられる火山灰パッチ、砂パッチが散在する。暗色スポットがSec.3に1点, Sec.8, 9, 10に数カ所散在する。火山灰層が4枚(380.2-382.2 cm, 386.2 cm, 390.7-394.7 cm, 710.6 cm)と砂層が3枚(498 cm, 526 cm, 776.6 cm)狭在する。その他、海面骨針の塊が数カ所、木片(427.7 cm)が見られ、Sec.10では701.6 cmと760.6 cmにそれぞれ径20 mmと4 mmの玄武岩質と思われる重円礫が見られた。

主要岩相の粒子組成は、シルト含有量が11%以下の粘土である。生物源物質が15-30%含まれているが、そのほとんどは珪藻である。次いで、有孔虫・海綿骨針が含まれ、わずかに珪質鞭毛藻を含む。また、火山ガラスが1-3%程度普遍的に含まれていた。

4.3.3. 帯磁率測定結果(図4c)

帯磁率は、均質な部分では平均値が約10で、ほとんど変動は見られない。砂パッチ・火山灰パッチの部分に対応して目立った極大値が見られる。390 cm付近の火山灰層で最大値170を示す。

4.3.4. 色測定結果(図4c)

L*値は、35を平均として変動しており、350 cm以深で振幅が大きい。C*値は、およそ9を平均値として変動し、350 cm

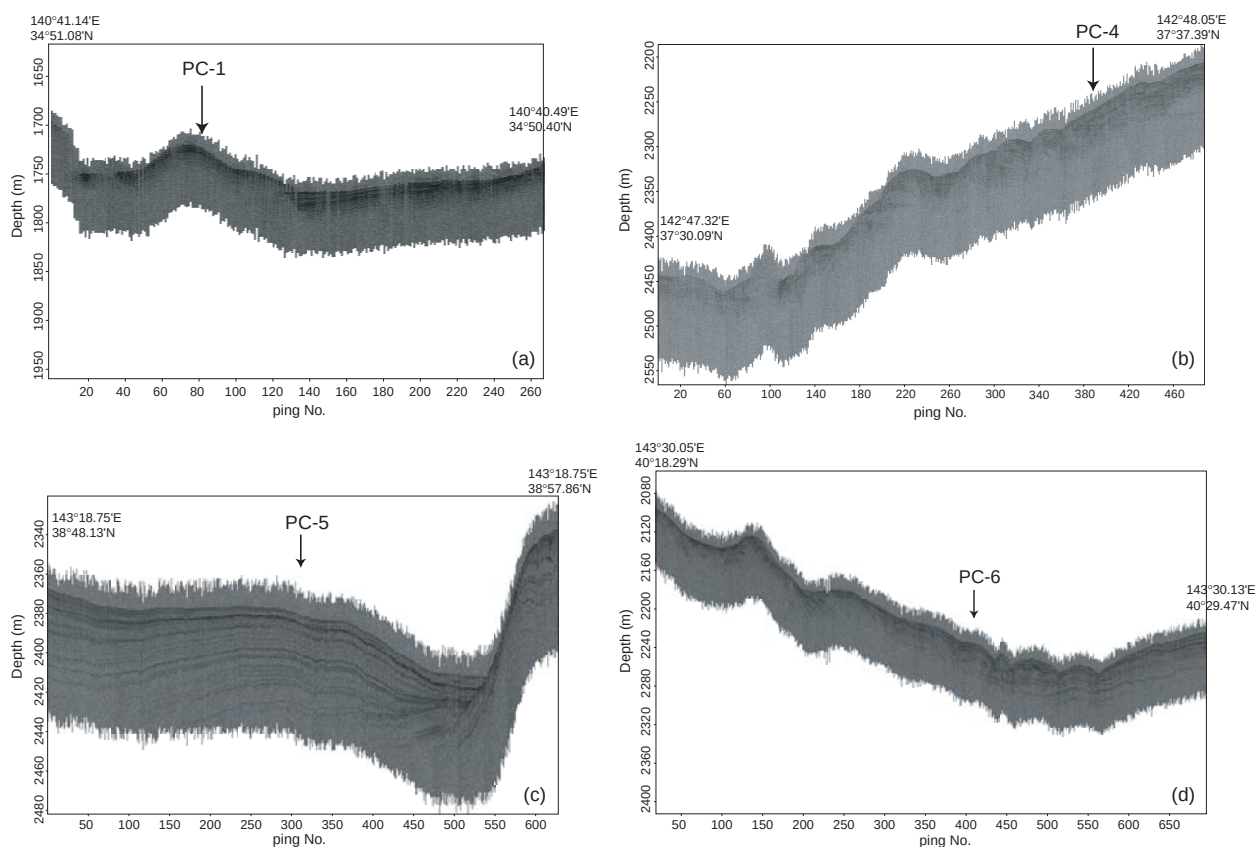


図3 音波探査による採泥点[(a)PC-1, (b)PC-4, (c)PC-5, (d)PC-6]付近の海底断面図

Fig. 3 Sub-bottom profiling images across core sites for (a)PC-1, (b)PC-4, (c)PC-5, and (d)PC-6.

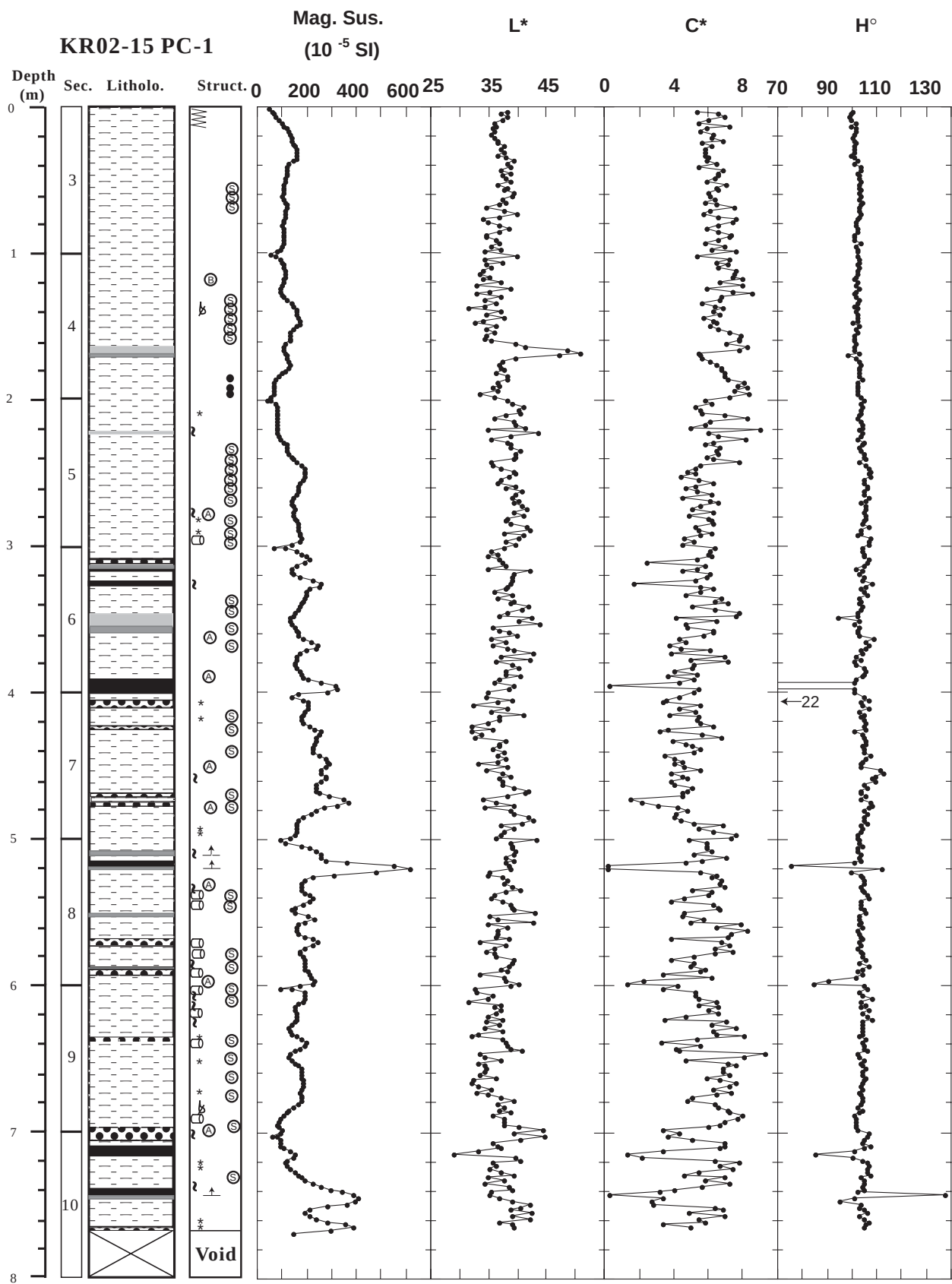


図4a ピストンコアPC-1の岩相柱状図および帯磁率・色測定の結果

Fig. 4a Summary of lithology, magnetic susceptibility, and color measurements for piston core PC-1.

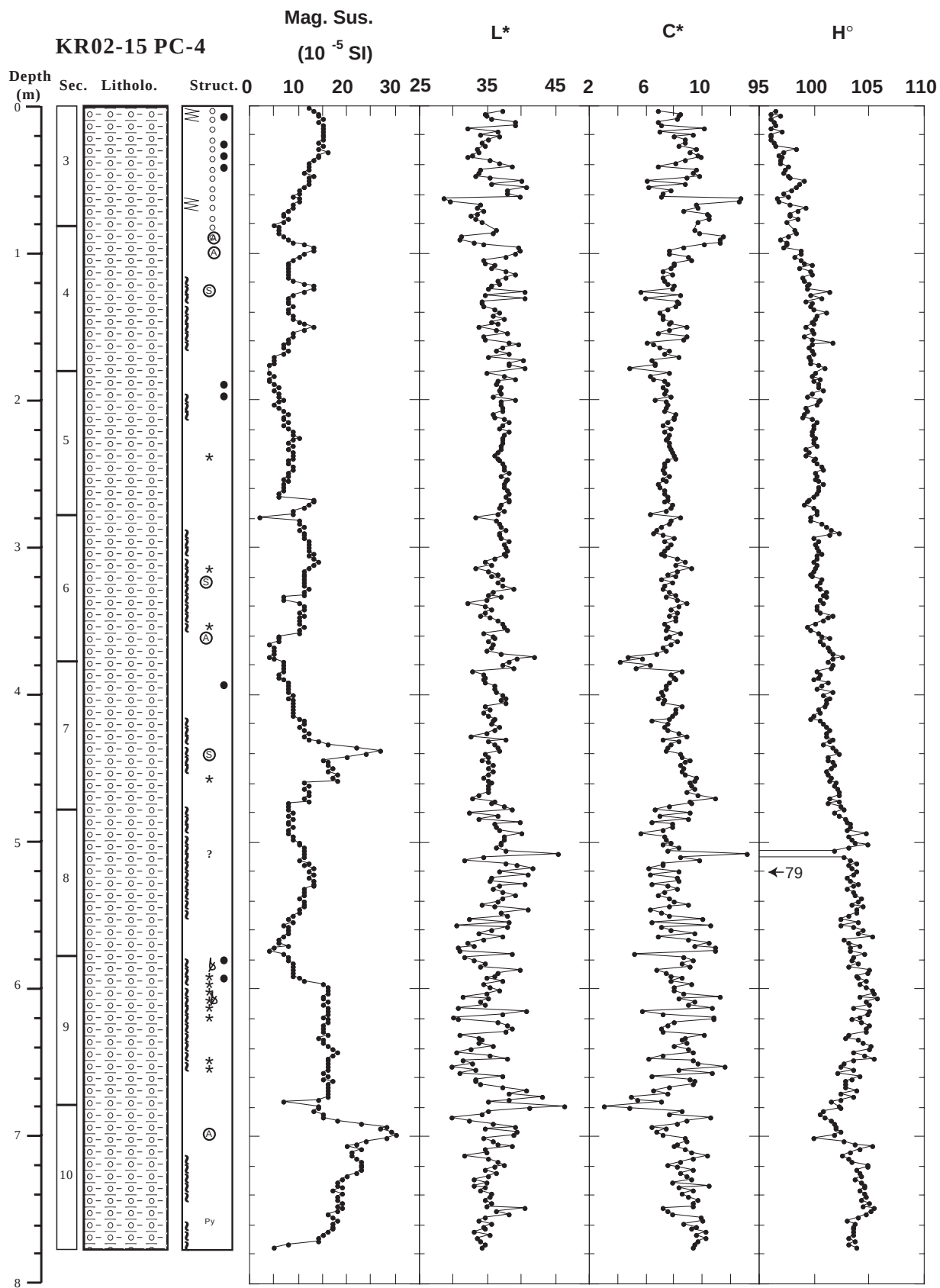


図4b ピストンコアPC-4の岩相柱状図および帯磁率・色測定の結果

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

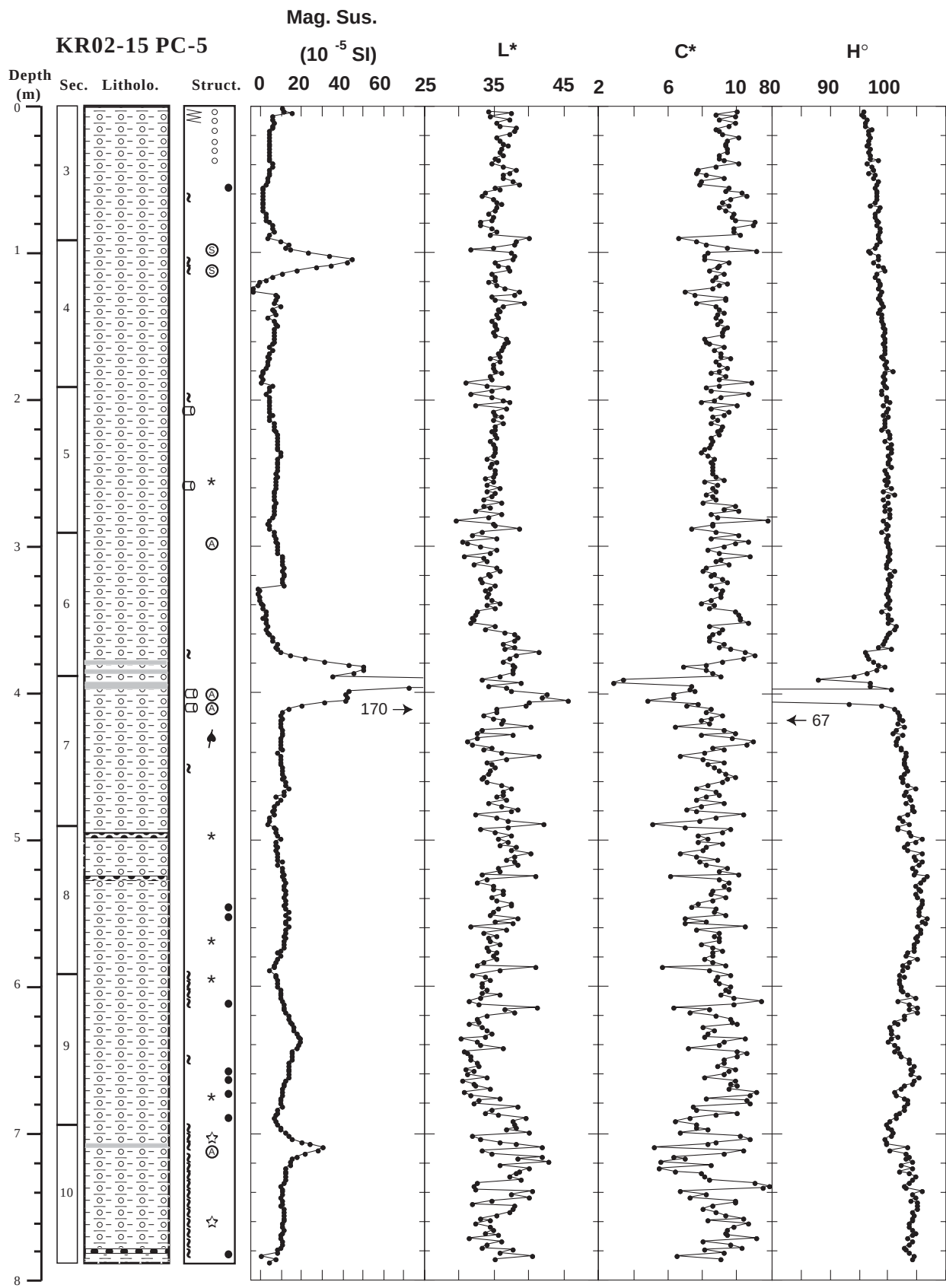


図4c ピストンコアPC-5の岩相柱状図および帯磁率・色測定の結果

Fig. 4c Summary of lithology, magnetic susceptibility, and color measurements for piston core PC-5.

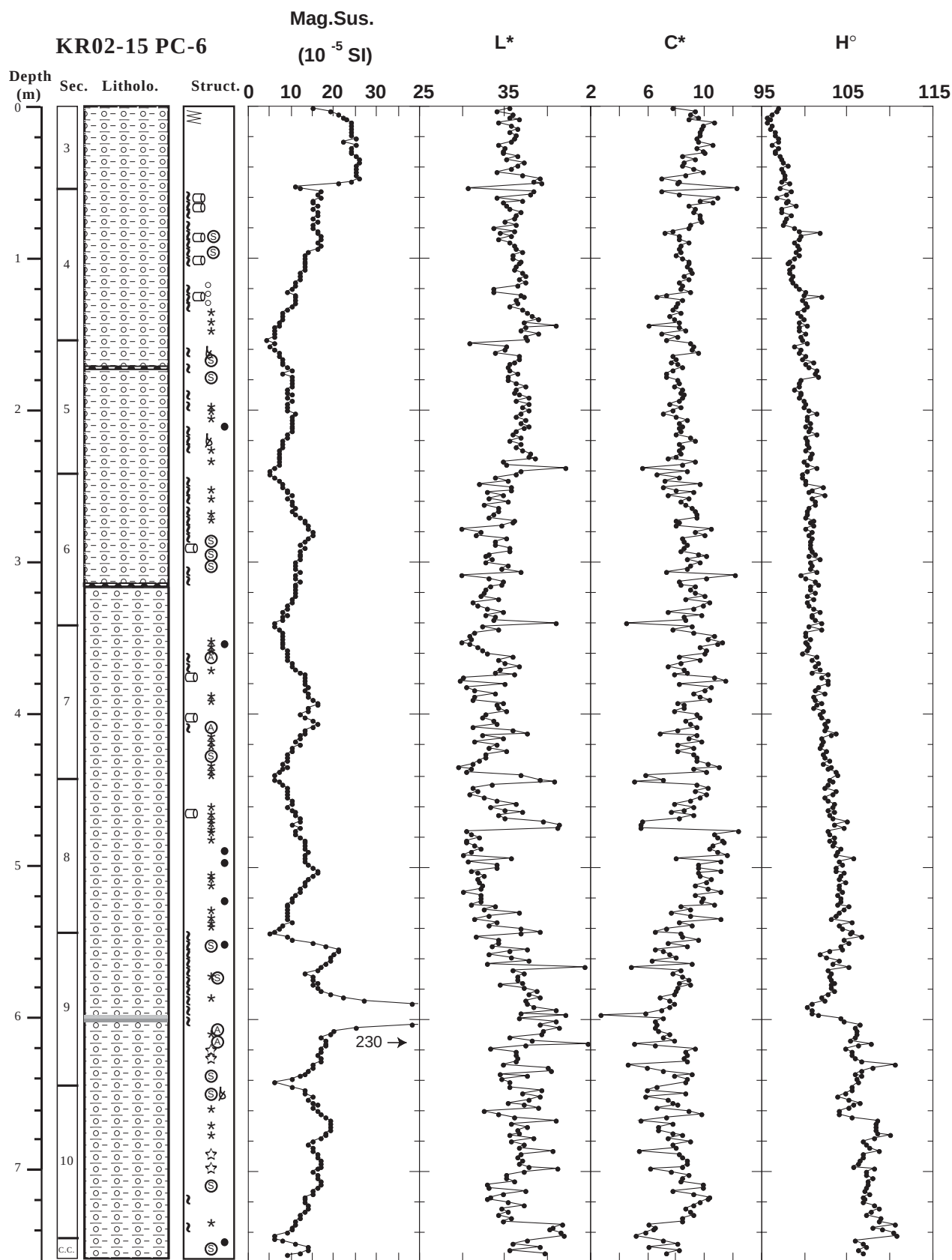


図4d ピストンコアPC-6の岩相柱状図および帯磁率・色測定の結果

Fig. 4d Summary of lithology, magnetic susceptibility, and color measurements for piston core PC-6.

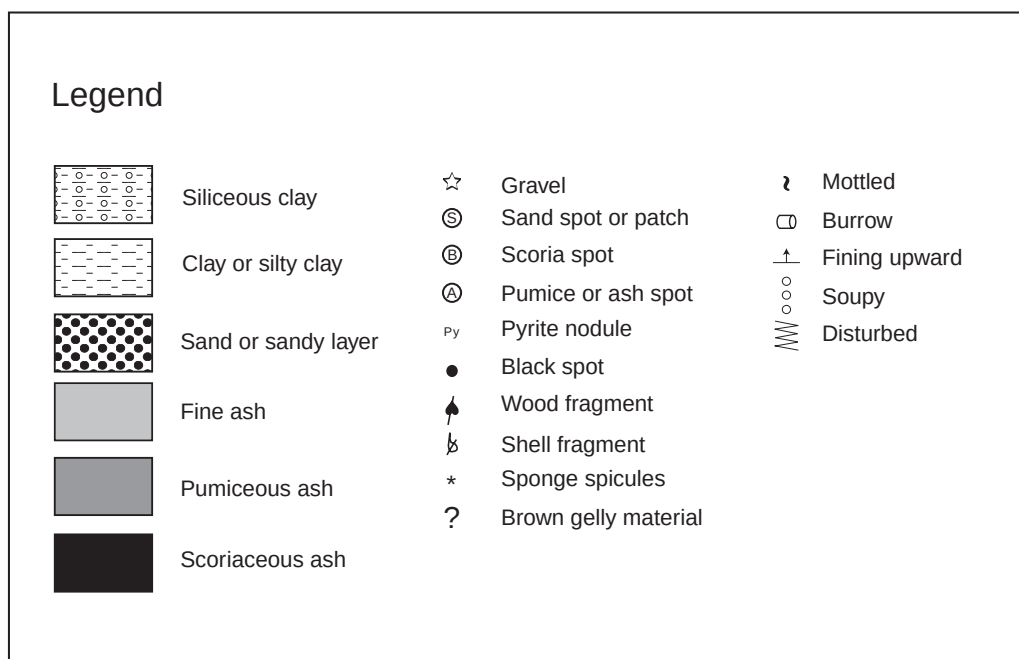


図5 岩相柱状図の凡例

Fig. 5 Legend for lithological columnar sections.

以深で振幅が大きい。390 cm付近のパミス質火山灰層で最小値2.9を示す。また、L*値と反比例している。H°は、コア上部(95°)から下部(105°)に向けて徐々に増加している。390 cm付近の火山灰層で最小値67°を示す。

4.3.5. パイロットコア

アシュラコアラで採取された堆積物は、均質なオリーブ色の有孔虫を含む珪質粘土であり、上部3 cmに酸化層と見られるオリーブ茶色の層が確認された。また、コア中には有機物に富んでいると考えられる黒いスポットが見られ、10-11 cmにはガスが抜けてできたものと考えられる穴が数カ所見られた。ピストンコアの上部には酸化層と見られる部分が肉眼では確認できず、色プロファイルも明瞭な変化を示さないことから、ピストンコアは堆積物表層を回収できていない可能性がある。

4.4. PC-6

4.4.1. 概要

PC-6地点は、ほぼ親潮フロント上に位置する八戸沖の採泥点である(図1, 表1)。採泥は、水深2215 mの大陸斜面で行われ(図2d)、十分な厚さの堆積物が存在する(図3d)。コアのSec.3からSec.10までの合計744.3 cmの堆積物が回収された。Sec.6はArchive halfの状態が悪かったので、写真撮影をWorking halfで行った。また、ユース式パイロットコアラには表層堆積物が回収された(表2)。

4.4.2. 岩相(写真2右, 図4d, 凡例は図5)

堆積物は均質あるいは生物擾乱を受けた構造であり、オリーブ灰色の珪質粘土からなり、火山灰層(592.6-598.6 cm)と砂層(180.8 cm, 317 cm)が狭在する。コア中には全体を通して火山灰パッチ、砂パッチ、海綿骨針の塊が頻繁に見られる。暗色スポットがSec.5,7に1点ずつ、Sec.8から9にかけて数カ所見られる。また、貝破片が176.8 cm, 224.8 cm, 651.5 cmに見られる。Sec.9下部の近接した2層準および、Sec.10下部の近接した2層準で2-10 mm大のハンレイ岩質あるいは、玄武岩質と見られる亜円礫が産出した。

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。20-50%が生物源物質であり、そのほとんどが珪藻で、次いで有孔虫が含まれる。わずかに海綿骨針、珪質鞭毛藻を含む。火山ガラスが3%以下だが、普遍的に含まれている。

4.4.3. 帯磁率測定結果(図4d)

帯磁率は均質な部分では10-20の範囲で変動幅は小さいが、Sec.3(0-50 cm)で全体的に25とやや高い。砂パッチ・火山灰パッチに対応して値が大きくなり、595 cm付近の火山灰層で最大値230を示す。

4.4.4. 色測定結果(図4d)

L*値は35を平均として変動し、300-500 cmの層準で低い値を示す。C*値は、およそ9を平均値として変動し、L*値と反比例している。H°は、上部(95°)から下部(105°)に向けて徐々に増加しているが、540 cm付近から下部は変動幅が若干大きくなっている。

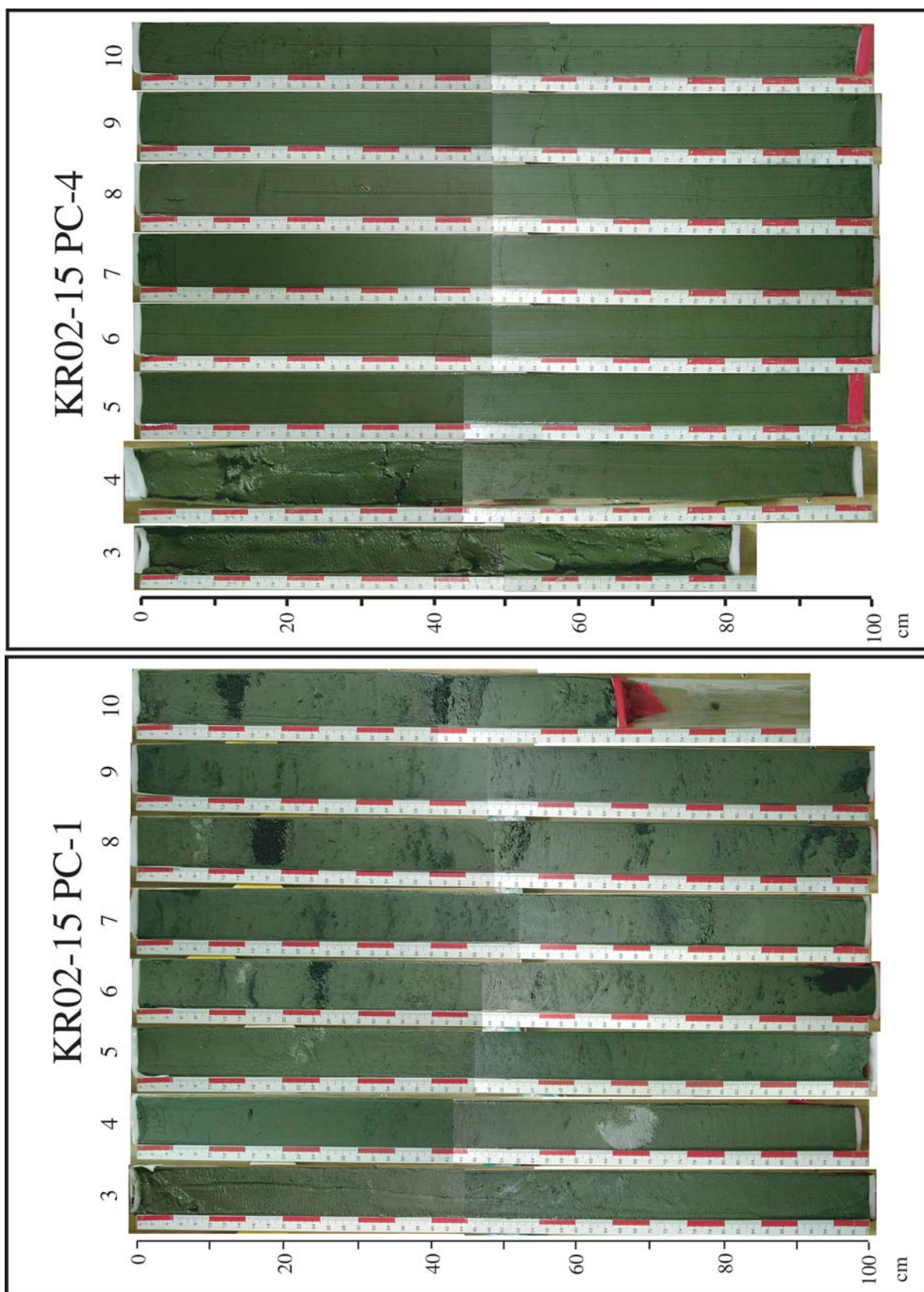


写真1 PC-1コア(左), PC-4コア(右)の半割断面写真
 Plate 1 Core photographs of PC-1 (left) and PC-4 (right)

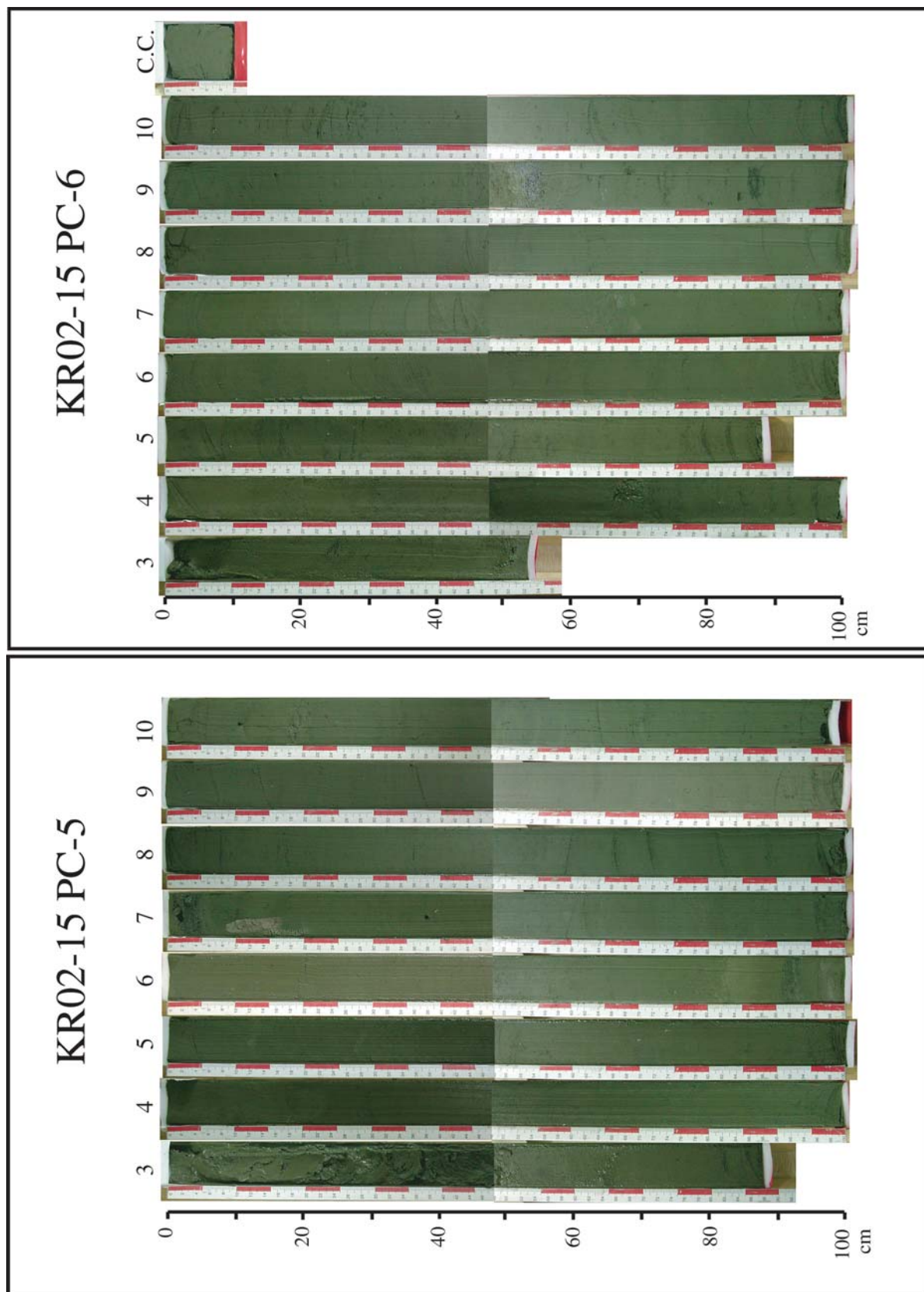


写真2 PC-5コア(左), PC-6コア(右)の半断面写真
 Plate 2 Core photographs of PC-5 (left) and PC-6 (right)

5. まとめ

深海調査研究船「かきれい」のKR02-15次航海において、東北日本東岸の黒潮前線から親潮前線域にわたって4本の堆積物コア(PC-1, PC-4, PC-5, PC-6)が得られた。回収されたコアは船上で直ちに分割・半割され、岩相記載と帯磁率・色測定が行われた。

PC-4, 5, 6は均質あるいは生物擾乱をうけたオリーブ灰色の珪質粘土からなり、少ないながらも普遍的に有孔虫化石を含む。したがって、これらのコアは連続的に堆積した古環境解析に適した試料であると考えられる。また、PC-1については、タービダイトと思われる砂層が多く狭在しているので、古環境解析に用いる場合は十分に注意する必要がある。

北の2地点(PC-5, 6)から採取された堆積物で、コア下部(それぞれ7-8 m, 6-7 m)の2層準から産出した亜円礫は、海水によって運搬されたものと考えられる。また、礫の産出層準が2層に分かれていることも2本のコアで共通しているため、同時期の海水拡大イベントである可能性が高い。これらは、日本列島東岸域の冬季の古海洋環境を復元する上で、重要な鍵となるかもしれない。

謝 辞

本研究航海を行うにあたって、「かきれい」の田中船長をはじめとする観測士官及び乗組員の方々には全面的なご協力を頂いた。また、採泥作業では㈱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。ここに記して心から感謝申し上げる。

引用文献

- 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) 大場忠道・村山雅史・山根雅之・岡俊太郎・山本浩文, [みらい]MR97-04次航海で採取された海底コア中の有孔虫殻の酸素同位体比, 海洋科学技術センター試験研究報告, **39**: 41-45, (1999).
- 3) 山本浩文, 「みらい」MR97-04次航海で採取された微化石の温暖種による過去2万年の黒潮変動, 海洋科学技術センター試験研究報告, **39**: 95-109, (1999).
- 4) 山本浩文・山内守明, 日本東方沖海底コア中の微化石群集解析による過去2万年間の海洋表層水温の推定(MR97-04次航海), 海洋科学技術センター試験研究報告, **40**: 43-52, (2000).
- 5) 山本浩文・山内守明・青木かおり・堀井雅恵・菅原敏勝, MR99-K04次航海で採取された北西太平洋域における堆積物の概要, 海洋科学技術センター試験研究報告, **41**: 37-48, (2000).

(原稿受理: 平成15年8月4日)