

瑞浪超深地層研究所用地のボーリングを
利用した瑞浪層群地質層序の
検討結果速報 IR04-14

(調査報告)

2004年11月

核燃料サイクル開発機構

東濃地科学センター

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下さい。

〒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

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

©核燃料サイクル開発機構

(Japan Nuclear Cycle Development Institute)

2004

検討結果速報について

本検討結果速報は、核燃料サイクル開発機構が実施した調査結果の関係者への周知およびデータベースへの入力のための最低限の品質保証を行った資料として、また、最終報告書の作成に向けた取りまとめの方針などを検討するための科学技術的な議論の材料として位置づけられるものである。

このため、本速報で示されている解釈や結論は、今後の調査の進展や検討などに伴い変更される場合があることをお断りしておく。

東濃地科学センター
瑞浪超深地層研究所
超深地層研究グループ

瑞浪超深地層研究所用地のボーリングを利用した
瑞浪層群地質層序の検討結果速報 IR04-14

東濃地科学センター
瑞浪超深地層研究所
超深地層研究グループ
持田 裕之

要旨

瑞浪超深地層研究所用地で実施したボーリングについて、ブロックスケールの地質構造モデルの構築のための基礎データの取得、及び瑞浪層群に関する学識経験者から意見の反映を目的として、各孔横並びで統一した岩芯再観察を行い、瑞浪層群の地質層序を詳細に検討した。その結果、明世累層について部層単位及びさらに細分した岩相区分がほぼ明らかになるとともに、本郷累層を認定することが出来た。

今後は、研究坑道の観察結果と岩芯のデータを相互にフィードバックしながら検討を行い、随時、研究所用地の地質層序の見直し及び精度向上を図る。

Interim examination report of the lithostratigraphy of the Mizunami Group using drilling cores
in the Mizunami Underground Research Laboratory IR04-14

Hiroyuki Mochida
Underground Research Group
Mizunami Underground Research Laboratory
Tono Geoscience Centre

Abstract

Detailed geological re-logging of drilling cores in the Mizunami Underground Research Laboratory were carried out to acquire the basic data for construction of the geological model of a block scale, and to respond to the requests of geological experts for the contribution to understandings of the lithostratigraphy of the Mizunami Group. As the result of the examination, the Akeyo Formation was divided into three members and more detailed characteristics of each member was recognized. The Hongo Formation was also able to be distinguished.

Confirmations and improvements of the lithostratigraphy will be ongoing through the observation in and around the shafts and research galleries.

目次

1. はじめに	1
2. 研究所用地の地質概要	2
3. 対象ボーリング	2
4. 岩芯観察の作業期間, 場所等	2
5. 観察及び測定方法	
5.1 岩芯観察	5
5.2 帯磁率測定	5
5.3 試料採取	6
6. 観察及び測定結果	
6.1 岩芯観察結果 (層序概要)	9
6.2 帯磁率測定結果	19
7. 考察	
7.1 地層境界の認定について	22
7.2 既往調査における層序区分との対比について	23
7.3 堆積環境について	25
8. まとめ及び今後の課題	32
9. 今後の予定	32
10. 参考文献	33

図表目次

図 2	研究所用地周辺の地質平面図	3
図 3	研究所用地ボーリング位置図	4
図 6.1	MSB-1～4 号孔及び MIZ-1 号孔岩相柱状図及び層序対比図	11
図 6.2	研究所用地ボーリング帯磁率分布図	20
図 7.2	既往調査と今回の層序区分結果の対比	24
図 7.3-1～11	堆積環境参考図	27
表 3	対象ボーリング一覧	2
表 5.3-1	サンプリング試料一覧（微化石分析用）	7
表 5.3-2	サンプリング試料一覧（その他分析用）	8
表 6.1-1	研究所用地における地質層序概要	12
表 6.1-2	研究所用地ボーリング岩相詳細一覧	13
表 6.2	研究所用地ボーリング帯磁率測定結果一覧（岩相別平均）	21

写真目次

写真①	アベックタフ Ak-5 凝灰岩 [瑞浪市民体育館横（へそ山）]	14
写真②	アベックタフ Ak-5 凝灰岩 [瑞浪地科学研究館奥の林道入口]	14
写真③	Ak-6, Ak-7 凝灰岩 [瑞浪市民公園道路]	15
写真④	Ak-6, Ak-7 凝灰岩の接写（写真③の白枠内）	15
写真⑤	Ak-7～Ak-10 凝灰岩 [瑞浪市民公園道路]	16
写真⑥	Ak-7～Ak-10 凝灰岩の接写（写真⑤の白枠内）	16
写真⑦	Ak-8～Ak-11 凝灰岩 [瑞浪市民公園道路]	17
写真⑧	Ak-8～Ak-10 凝灰岩の接写（写真⑦の白枠内）	17
写真⑨	Ak-10, Ak-11 凝灰岩 [瑞浪市民公園道路]	18
写真⑩	Ak-10, Ak-11 凝灰岩の接写（写真⑨の範囲外すぐ右側）	18

1. はじめに

瑞浪超深地層研究所（以下、「研究所」という）用地における研究坑道の掘削を伴う研究段階（第2段階）では、ブロックスケールの地質構造モデルの構築が主要な目的の一つである。そのためには、立坑や研究所用地内で実施したボーリングによる詳細な地質・地質構造の把握が不可欠である。

これまで研究所用地内で実施した浅層ボーリング（MSB-1～4号孔、掘進長合計659m）及び深層ボーリング（MIZ-1号孔：掘進長1,300m）については、サイトスケールの地質構造モデルの構築を目的として、Kumazaki et al. (2003) や太田ほか (2003) により瑞浪層群の層序区分が報告されている。ブロックスケールの地質構造モデルの構築のためには、これらよりさらに詳細な地質・地質構造を把握する必要がある。

また、立坑掘削開始前にサイクル機構が岐阜県教育委員会に申請した「岐阜県天然記念物「明世化石」の現状変更（立坑の掘削）」(H15.6.27付) に対して、岐阜県教育委員会は、糸魚川淳二名古屋大学名誉教授らの学識経験者からの意見書を踏まえた上で、現状変更許可書（岐阜県教育委員会指令教文代49号の9）(H15.8.11付) として立坑掘削を許可している。学識経験者の意見の主旨は以下の通りである。

- ① 地上では観察困難であった瑞浪層群の連続層序が明らかとなるため、化石のみならず、詳細な地質観察及び岩相記載に努めること。特にシーケンス層序学の視点から検討すること。
- ② 既存の隣接ボーリング結果と対比させながら観察、記載すること。
- ③ 地層間の層序関係（整合、不整合、非整合）を正しく把握すること
- ④ 本郷累層（動燃(1994)での土岐夾炭累層上部層）が分布するか確認すること。
- ⑤ 産出化石の産出層準の特定に努めること。
- ⑥ 将来、地層自体の学術的研究が行われる可能性があるため、適量の岩石試料を採取し保存しておくこと。

そこで、(1) ブロックスケールの地質構造モデルの構築のための基礎データの取得及び(2) 学識経験者の意見の反映、を目的として、浅層ボーリングと深層ボーリングについて、各孔横並びで統一した岩芯再観察を行い、瑞浪層群の地質層序及び岩相の側方連続性を詳細に検討した。

特に、(1)については「部層」単位の区分が可能な情報の取得、(2)については本郷累層の認定とシーケンス層序学的観点からの検討に重点を置いた。

2. 研究所用地の地質概要

図2の地質平面図に示すように、研究所用地地表の大部分には、明世累層の山野内層が分布する。県道沿い低標高部（E.L. 約200m以下）には下位の戸狩層及び沖積層が、北西尾根の高標高部（E.L. 約240m以上）には上位の生俵累層及び瀬戸層群が分布する。

なお、立坑（坑口：E.L. 200.9m）では、地表付近の表土及び風化部を除き、ほぼ戸狩層の上面付近以深の地層が分布する。

3. 対象ボーリング

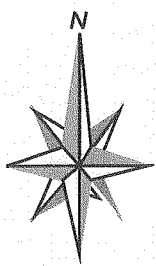
今回再観察を行ったボーリングの位置を図3に、各孔の仕様を表3に示す。

表3 対象ボーリング一覧

調査名	孔名	孔口標高 (m)	孔長 (m)	コア径 (mm)	方向	備考
浅層ボーリング調査 (H14.4~10)	MSB-1	253.08	201	約80	鉛直	
	MSB-2	198.49	180	約80	鉛直	
	MSB-3	204.62	199	約80	S73° W, 傾斜約70°	
	MSB-4	214.45	99	約80	鉛直	
深層ボーリング調査 (H15.3~H16.10)	MIZ-1	206.56	1,300	約80	0~250m：鉛直 250m以深：S63° W, 傾斜約77°	深度112m まで観察

4. 岩芯観察の作業期間・場所等

- ・作業期間：平成16年4月~8月
- ・場所：正馬様岩芯試錐倉庫
- ・観察者：超深地層研究グループ 持田 裕之

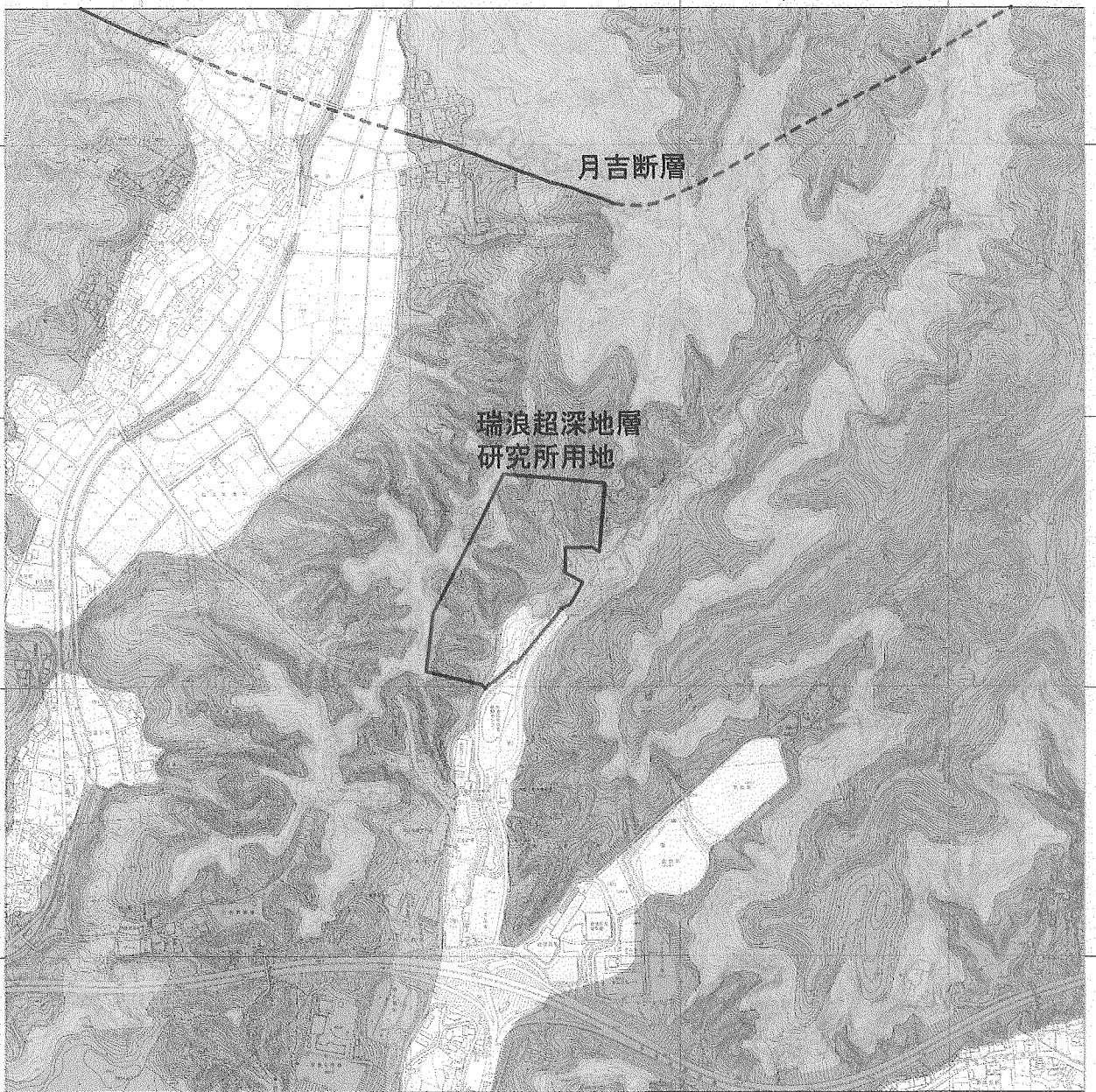


-68500

-69000

-69500

-70000



月吉断層

瑞浪超深地層
研究所用地

6000









6500

7000

7500



凡例

- | | | | |
|---|-----------------|---|--------|
|  | : 沖積層 |  | : 山野内層 |
|  | : 瀬戸層群
土岐砂礫層 |  | : 戸狩層 |
|  | : 生俵累層 |  | : 本郷累層 |
|  | : 狭間層 |  | : 花崗岩 |

注：糸魚川(1980)を一部修正して作成

図2 研究所用地周辺の地質平面図



図3 研究所用地ボーリング位置図

5. 観察及び測定方法

岩芯観察、帯磁率測定及び試料採取の方法は以下の通りである。

5.1 岩芯観察

岩芯観察に際しては、まず室内での事前検討として、既存の概略地質層序検討結果、岩芯の連続画像等を参考に、対比可能と思われる岩相を抽出した。

その検討結果をもとに、正馬様岩芯試錐倉庫内において、各孔の岩芯を同じ層準に対応する深度約 30m 区間ごとに順次並列配置し、観察を実施した。

なお、本再観察における層序／岩相区分としては、糸魚川 (1974) 等に報告されている「層 (例えば月吉層)」単位以下まで区分することとし、そのための基礎情報として数 m から数十 cm オーダーの岩相区分を行った。

観察のポイントは以下の通りである。

- ① 岩芯の色調については、コア箱毎に不活性ガス充填密封による酸化防止対策を施したものの、削孔後約 2 年が経過し、ほとんどの岩芯の表面～内部が淡茶色に変色している。したがって、適宜ナイフで表面を削るとともに、必要箇所の岩芯を破断し新鮮部の色調を確認した。
- ② 岩相判別に必要な、粒度区分 (泥岩, 砂岩, 礫岩等), 堆積構造 (ラミナ, 生物擾乱等), 礫種, 化石の有無等は、岩芯変色にほとんど影響を受けないため、再観察可能である。
- ③ 凝灰岩の識別については、変色後の岩芯では白色化する傾向があるものの著しい乾燥でも白色化するため、削孔直後の画像、現状の岩芯破断面及び触感を重視した。
- ④ 程度の差はあるものの岩芯の大半は凝灰質であるため、凝灰岩や著しい凝灰質部以外は、記載の煩雑さを避けるため、特に「凝灰質」という表記は行わない。

5.2 帯磁率測定

帯磁率は、岩石及び堆積物中に含まれる磁性鉱物 (主に磁鉄鉱等) の含有量を簡便に把握するための指標として知られており、古地磁気学はもちろんのこと、碎屑物の供給源区別、火成岩の岩体識別、風化・変質程度の区別、古代遺跡の石材産地判別等の様々な分野で測定が行われている (例えば三浦ほか(2002))。

今回は、岩芯での層序区分の参考データを得ることを目的に、観察に並行して帯磁率測定を実施した。測定間隔は、比較的岩相変化の少ない戸狩層以浅では概ね 2 m 毎、月吉層以深では概ね 1 m 毎の間隔で実施した。

測定には、携帯型帯磁率計 (カナダ Exploranium 社製, KT-9) を使用し、表面の凹凸や曲面による測定誤差を最小限にするため、原則としてコアカッターで切断したコア端の平坦面で測定を行った。

今回測定した岩芯のコア径 (ϕ 約 80mm) は帯磁率計のセンサー径 (ϕ 6.5mm) よりも大きく、測定箇所の岩芯厚さがセンサー径より大きい部分を極力選定したことから、測定データは絶対値として信頼できるものである。

なお、取り扱い説明書によれば、この測定器の感度は 1×10^{-5} SI Units、測定値の範囲は $1 \times 10^{-5} \sim 999 \times 10^{-3}$ SI Units である。

5.3 試料採取

従来、明世累層は海成(下部は汽水成)、本郷累層及び土岐夾炭累層は非海成と考えられ、堆積環境の違いが地層境界判定の根拠となっていることから、地層判別の基礎データを得ることを目的として、微化石分析(珪藻、有孔虫)用の試料採取を行った。さらに、今後追加検討が必要な場合や学術的研究の要望があった場合に備え、代表的岩種の把握、凝灰質程度の確認、礫岩の礫種判定等が行えるよう、薄片鑑定、X線回折等の分析用試料採取を行った。

採取頻度は、微化石分析用については、各孔それぞれ岩芯上端部から土岐夾炭累層互層部の下端付近までとし、月吉層及び本郷累層では概ね1 m毎、それ以外では概ね2 m毎の頻度で、約10cm区間のサンプリングを実施した。その他分析用については層準別に適宜選定した。サンプリング数量は表5.3-1及び表5.3-2に示す通りである。

表 5.3-2 サンプル試料一覧(その他分析用)

孔名	層準	深度	採取試料	分析用途別					
				X線	薄片	薄片(大型)	ヒトリナイ	ガラス形状	
MSB-1	生嶽	2.62	凝灰岩					○	
		2.70	凝灰岩					○	
	山野内	13.00	Ak-10凝灰岩					○	
		15.13	炭質物				○		
		18.00	Ak-9凝灰岩					○	
		23.85	Ak-8凝灰岩					○	
		27.35	Ak-7凝灰岩					○	
		31.30	Ak-6(YI-U)凝灰岩					○	
		32.10	Ak-6(YI)凝灰岩					○	
	戸狩	43.00	Ak-5凝灰岩					○	
		46.00	炭質物					○	
		46.52	炭質物					○	
	月吉	49.30	Ak-4凝灰岩	○	○				
		93.65-93.75	細礫岩			○			
	本郷	96.15-96.20	中粒砂岩	○	○				
		104.90-105.00	凝灰岩	○	○				
		114.90-115.00	凝灰岩	○	○				
		127.40-127.45	凝灰岩	○	○				
		131.00-131.05	細~中礫岩			○			
		132.95-133.00	石灰質細礫岩	○	○				
		133.50	炭質物					○	
		138.10-131.15	砂質泥岩	○	○				
		141.95-142.00	細礫岩			○			
		147.90-147.95	凝灰質砂質泥岩	○	○				
	土岐	149.00-149.05	泥岩	○	○				
		149.76	炭質物					○	
		151.00-151.05	細粒砂岩	○	○				
		157.55	炭質物					○	
		157.95-158.00	細礫岩			○			
		159.28	炭質物					○	
		162.95-163.00	砂質泥岩	○	○				
		163.78	炭質物					○	
		165.35-165.40	アルコ-ス中粒砂岩	○	○				
		172.95-173.00	泥質砂岩	○	○				
		180.65	斑岩礫			○			
		181.70	花崗岩礫			○			
		計 36試料							
	MSB-2	戸狩	30.41	炭質物					○
			36.9-37.0	Ak-2凝灰岩	○	○			
		月吉	47.6-47.7	Ak-1凝灰岩	○	○			
			56.25-56.30	Hg凝灰岩	○	○			
		本郷	67.35-67.40	凝灰岩	○	○			
			71.10	斑岩礫			○		
			79.50	斑岩礫			○		
		土岐	79.95-80.00	凝灰質砂岩	○	○			
			80.80-80.85	粗粒砂岩	○				
			82.98-83.00	炭質物					○
84.20			炭質物					○	
87.32			炭質物					○	
93.95-94.00			細礫岩			○			
94.70-94.75			凝灰岩	○	○				
94.95-95.00			凝灰質砂岩	○	○				
98.90-99.00			細礫岩			○			
100.05			炭質物					○	
101.10			炭質物					○	
105.48			炭質物					○	
110.95-111.00			凝灰質砂質泥岩	○	○				
114.59			炭質物					○	
120.55-120.60			凝灰質泥岩	○	○				
123.85-123.90		細礫岩			○				
128.68-128.72	アルコ-ス粗粒砂岩	○	○						
130.95-131.00	石灰質粗粒砂岩	○	○						
131.50	炭質物					○			
154.95-155.00	凝灰質中~粗粒砂岩	○	○						
162.80-162.85	細粒凝灰岩礫	○	○						
計 29試料									

孔名	層準	深度	採取試料	分析用途別				
				X線	薄片	薄片(大型)	ヒトリナイ	ガラス形状
MSB-3	戸狩	4.90	凝灰質中~粗砂岩					○
		6.05-6.10	Ak-5凝灰岩	○	○			
		6.10	Ak-5凝灰岩					○
		6.80	Ak-5凝灰岩					○
		11.60	Ak-4凝灰岩					○
		14.47	炭質物					○
		34.67	炭質物					○
		37.10-37.20	軽石質粗粒砂岩	○	○			
		39.1-39.15	Ak-2凝灰岩	○	○			
		51.95-52.0	Ak-1凝灰岩	○	○			
	月吉	58.52-58.58	細礫岩					○
		62.75-62.80	Hg凝灰岩	○	○			
		69.30	炭質物					○
		72.65	炭質物					○
		74.90-75.00	凝灰岩	○	○			
		78.60-78.70	斑岩礫			○		
		80.20	黒色硬質砂岩礫			○		
		86.95-87.00	粗砂~細礫岩					○
		89.95-90.00	凝灰岩	○	○			
		94.75-94.80	細~中粒砂岩	○	○			
	本郷	96.45	炭質物					○
		106.95-107.00	粗砂~細礫岩					○
		108.95-109.00	炭質泥岩			○		
		111.95-11.20	凝灰岩	○	○			
		112.90	炭質物					○
		114.48	炭質物					○
		118.00-118.05	炭質泥岩	○	○			
		118.83	炭質物					○
		119.95-120.00	砂質泥岩	○	○			
		121.10-121.15	細~中礫岩					○
土岐	123.05	炭質物					○	
	126.00	炭質物					○	
	138.35	炭質物					○	
	141.00-141.15	石灰質細~中礫岩					○	
	142.00	細礫岩~粗砂岩			○			
	147.85-147.90	斑岩礫			○			
	153.95-154.00	中~粗粒花崗岩礫			○			
	157.25-157.30	凝灰質細~中粒砂岩	○	○				
	171.30-171.35	細粒凝灰岩礫	○	○				
	計 39試料							
MSB-4	戸狩	18.15	炭質物					○
		31.90-32.00	泥岩	○	○			
	月吉	32.70	炭質物					○
		46.20-46.25	細礫岩					○
		55.30-55.35	細礫岩					○
	本郷	58.90-58.95	凝灰岩	○	○			
		61.10-61.15	凝灰岩	○	○			
		65.30-65.35	凝灰岩	○	○			
		67.95-68.00	細礫岩					○
		69.27	炭質物					○
		76.00-76.05	黒色緻密礫			○		
		77.65-77.70	凝灰岩	○	○			
	土岐	79.80-79.85	凝灰岩	○	○			
		85.10-85.15	凝灰質細粒砂岩	○	○			
		87.10-87.15	泥砂岩~砂泥岩	○	○			
87.50-87.55		中粒砂岩	○	○				
89.90		炭質物					○	
91.40		炭質物					○	
93.70		炭質物					○	
計 19試料								
MIZ-1	戸狩	29.95-30.00	Ak-2凝灰岩	○	○			
		31.35-31.40	Ak-2凝灰岩	○	○			
		33.95-34.00	砂質泥岩	○	○			
	月吉	40.70-40.80	Ak-1凝灰岩	○	○			
		47.60	炭質物					○
	本郷	53.20-53.30	Hg凝灰岩	○	○			
		55.85-55.90	凝灰岩	○	○			
		56.95-57.00	凝灰岩	○	○			
		57.38	白色緻密礫			○		
		63.00	黒色緻密礫			○		
		65.10-65.15	凝灰岩	○	○			
		68.10-68.15	細礫岩					○
		75.00	細~中礫岩					○
	土岐	76.00-76.05	凝灰質細粒砂岩	○	○			
		79.95-80.00	石灰質濃集部	○	○			
89.98		炭質物					○	
94.00-94.05		炭泥/砂泥細互層	○	○				
95.70		炭質物					○	
99.32		炭質物					○	
101.45-101.50		石灰質細礫岩					○	
計 20試料								

注:本表の試料は、今後追加検討が必要となる場合に備えて予備的に採取したものである。

6. 観察及び測定結果

岩芯観察結果及び帯磁率測定結果は以下の通りである。

6.1 岩芯観察結果（層序概要）

今回の調査では、地質層序区分は糸魚川(1974)に、凝灰岩の鍵層層序は細山(2002)及び細山・氏原(2000)に従い、岩芯観察を行った。観察結果に基づき作成した岩相柱状図及び層序対比図を図 6.1 に、地質層序概要を表 6.1-1 に、岩相詳細一覧表を表 6.1-2 に示す。

研究所用地ボーリングでは、層序区分については、糸魚川(1974)と同様に、下位から、花崗岩、土岐夾炭累層、本郷累層、明世累層（月吉層、戸狩層、山野内層）、生俵累層が確認された。凝灰岩層については、細山(2002)及び細山・氏原(2000)とほぼ同様の分布が確認された。以下、下位から順に地層概要を述べる。

(1) 土岐夾炭累層（層厚約 92m）

本層は、下位から、中～巨礫岩、泥質砂岩～砂岩主体互層、炭質泥岩～泥質砂岩主体互層の3つに細分される。礫種は、ほとんどが花崗岩及び石英斑岩からなる。

本層は下位の花崗岩に不整合で重なる。

(2) 本郷累層（層厚約 29m）

本層は、下位から、礫岩／砂岩 互層、凝灰質砂岩～泥岩／凝灰岩 互層の2つに細分され、全体に凝灰質である。礫種は、花崗岩及び石英斑岩の他に、チャート、ホルンフェルス、泥岩等が多く含まれる。上部にはラミナが部分的に発達する岩相変化顕著な細～粗粒凝灰岩（Hg 凝灰岩）が1層挟在される。

本層は下位の土岐夾炭累層に傾斜最大 40° の明瞭な侵食面で不整合に重なる。

(3) 月吉層（層厚約 18m）

本層は、下位から、細礫岩（～細礫混じり粗粒砂岩）、細～粗粒砂岩、泥岩～泥質砂岩の3つに細分され、下部は凝灰質である。泥岩～泥質砂岩は貝化石を多く含み、4枚の凝灰質砂岩（Ak-1～Ak-1.3 凝灰岩）を挟在することがある。細礫岩の礫種は、花崗岩、石英斑岩、チャート、ホルンフェルス、泥岩、軽石等からなる。

本層は下位の本郷累層に非整合で重なる。

(4) 戸狩層（層厚約 34m）

本層は、下位から、軽石凝灰岩～軽石質粗粒砂岩、中～粗粒砂岩、細～粗粒砂岩、中～粗粒砂岩の4つに細分される。軽石凝灰岩～軽石質粗粒砂岩（Ak-2 凝灰岩）は粗粒砂～細礫サイズの軽石を多く含み、上方に徐々に軽石の混入量が減少し軽石質粗粒砂岩に漸移する。細～粗粒砂岩は、全体に淘汰が悪く貝化石密集部、ノジュールを多く含む。中～粗粒砂岩は、細～粗粒砂岩を挟んだ上下に分布し、両層とも淘汰が比較的良好でラミナがみられる。上方の中～粗粒砂岩の下部には、ラミナが発達した粗粒凝灰岩～凝灰質粗粒砂岩（Ak-4 凝灰岩）が挟在され、上部には明瞭な2枚セットの細粒凝灰岩（Ak-5 凝灰岩：アベックタフ）が挟在される。

このアベックタフは、MSB-1,3 号孔において確認され、新鮮部で青緑灰色及びロウ

状を呈する岩相を示し、その上面から約1m上位及び下面から数十cm下位の砂岩中には、貝化石層準やノジュールが含まれる。このアベクタフ及びその上下の岩相の特徴は、瑞浪市民体育館横(へそ山)の道路露頭(写真①)及び瑞浪地科学研究館奥の林道露頭(写真②)での岩相に一致する。

本層は層理に平行～やや斜交するシャープな削り込み面で下位の月吉層に不整合～非整合に重なる。

(5) 山野内層(層厚約34m)

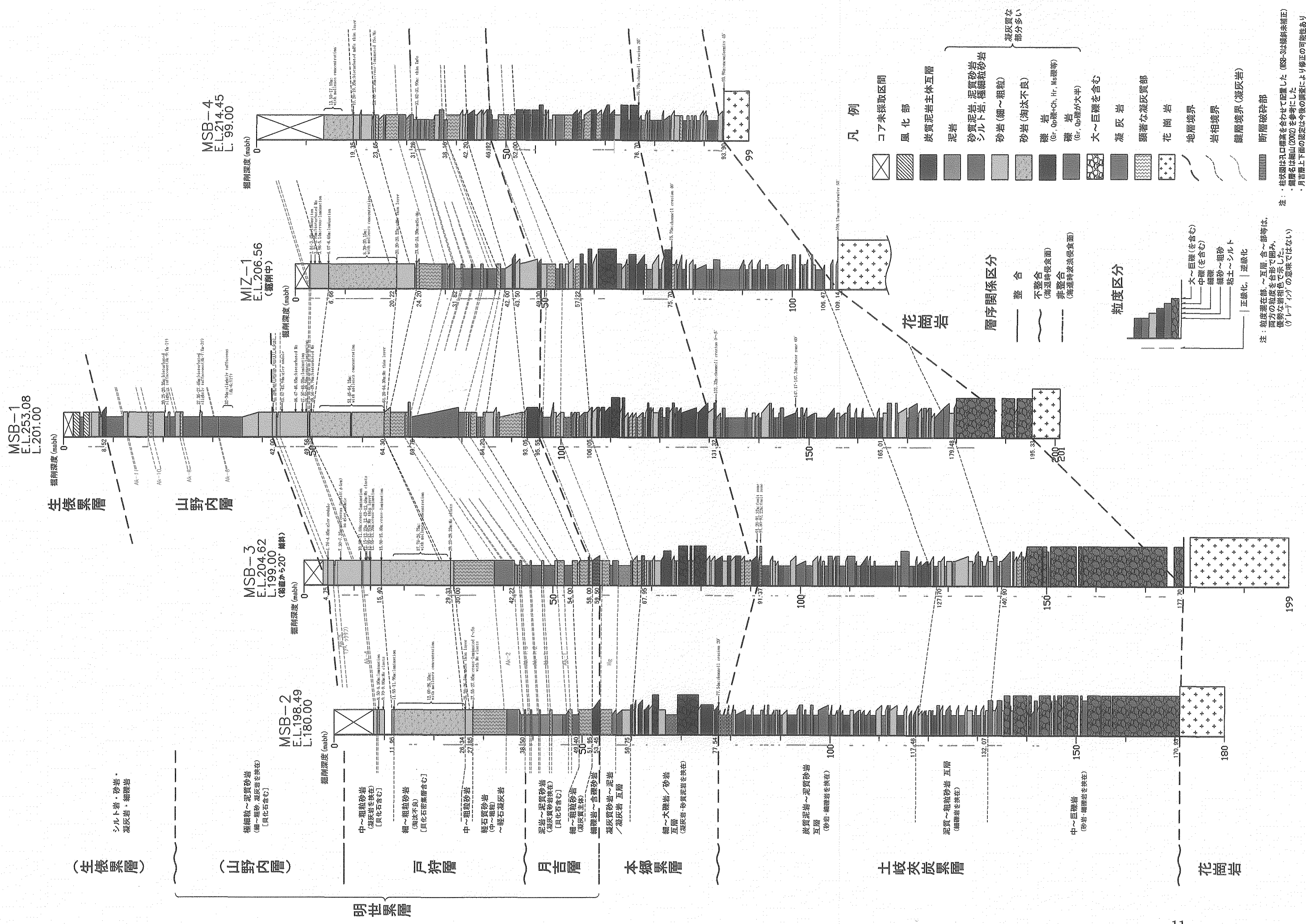
本層は、極細粒～泥質砂岩主体で上部及び下端付近に細～粗粒砂岩を挟在する。全体にバイオターベーションが発達し、貝化石を含む。本層中には4枚の明瞭な凝灰岩～凝灰質部(Ak-6 上部, Ak-8, Ak-10, Ak-11 凝灰岩), 3枚の不明瞭な凝灰質部(Ak-6 下部, Ak-7, Ak-9)が挟在される。これらの凝灰岩及び凝灰質部の分布は、細山(2002)が示した瑞浪市民運動公園の道路露頭での凝灰岩層序に一致する(写真③～⑩参照)。

本層は下位の戸狩層に漸移的に重なり、整合面直上の約7m区間では粗粒砂岩から泥質砂岩への漸移的な上方細粒化が認められる。なお、本地域では山野内層の上位に狭間層は分布しない。

(6) 生俵累層(層厚8.5m以上)

本層はMSB-1号孔の上端部に僅かに分布し、シルト岩及び砂岩からなり、細粒凝灰岩を2枚挟む。シルト岩の風化部は著しく茶色化している。基底部に細礫岩が分布し、礫種はチャート、ホルンフェルス、軽石、凝灰岩等からなる。

コアロスのため細礫岩下面の性状は不明だが、本層は下位の山野内層に不整合又は非整合で重なると考えられる。



注：粒度混在部~互層、含~部等は、同方の粒度を台形で囲み、優勢な岩相色で示した。(グレーイングの意味ではない)

注：柱状図は孔口露出を合わせて配置した (MSB-3は傾斜未補正) ・ 欄名は細山(200)を参考にした ・ 月首層下面の認定は今後の調査により修正の可能性あり

図6.1 MSB-1~4及びMIZ-1ボーリング岩相柱状図及び層序対比図

表 6.1-1 研究所用地における地質層序概要

地層名	岩相名	鍵層 (Ak-)	平均層厚 (m)	主な特徴	岩相から推定される堆積環境	
生俵累層	砂岩, 砂岩, 凝灰岩, 細礫岩		≥8.5	細粒凝灰岩を2枚含む。基底部に細礫岩が分布。礫種はチャート, ホルツェルス, 軽石, 凝灰岩等。	(~沖浜) [水深 80~200m]	
明世累層	山野内層	極細粒 ~泥質砂岩主体 [貝化石含む]	6~11	33.5	バイオターベーションが発達する極細粒砂岩主体。上部及び下部部には細~粗粒砂岩が分布 7枚の凝灰岩~不明瞭な凝灰質部を含む。 下部約7m区間では, 粗粒砂岩→泥質砂岩へ漸移的に上方細粒化する。	漸移帯 [水深 20~80m]
		中~粗粒砂岩 [貝化石含む]	4.5	9.6	淘汰のよい中~粗粒砂岩。上端付近にはアベックが分布。上部には部分的にバイオターベーションが見られる。下部には平行~クロスリッジが発達。 [立坑ではトラフ型斜交層理が発達]	前浜~下部外浜 [水深 0~20m]
	戸狩層	細~粗粒砂岩 (淘汰不良) [貝化石密集部含む]		13.9	淘汰の悪い細~粗粒砂岩。 貝化石の密集部, ノジュール及び炭質物を多く含む。	後浜 [潮間帯以浅]
		中~粗粒砂岩		2.1	淘汰が良く部分的に平行~クロスリッジが見られる。	前浜[潮間帯]
		軽石質砂岩 ~軽石凝灰岩	2	8.6	上部は軽石を含む中~粗粒砂岩で部分的に弱いリッジがある。下部は軽石が多くなり軽石凝灰岩に漸移する。 二次的な軽石流堆積物と考えられる。	上部外浜 [水深 0~6m]
	月吉層	泥岩~泥質砂岩 [貝化石含む]	1~1.3	10.7	厚い均質な泥岩~泥質砂岩で, 4枚の凝灰質砂岩を挟むことがある。 全体にバイオターベーションが発達する。	漸移帯 (内湾汽水域) [水深 20m+]
		細~粗粒砂岩 (凝灰質主体)		4.2	粗砂~細礫サイズの軽石を含み, 凝灰質な部分が多い。ほぼ平行なラミナやバイオターベーションが見られる	下部外浜 [水深 6~20m]
		細礫岩~ 含礫粗粒砂岩		3.2	礫種は, 花崗岩, 石英斑岩, チャート, ホルツェルス, 泥岩, 軽石等 [立坑ではハンモック~シェル状斜交層理が発達]	下部外浜の上部 [水深 6m 付近]
	本郷累層	凝灰質砂岩~泥岩 /凝灰岩 互層	Hg	7.6	岩相の側方変化が顕著。上部に部分的に平行リッジが発達する凝灰岩を挟在。	扇状地末端 or ファンデル タの網状河川~河口?
		細~大礫岩/砂岩 主体 互層		21.7	細~中礫主体の礫岩(亜角~亜円礫主体, 基質支持主体)と砂岩が数十 cm~数mで互層し, 部分的に平行~やや斜交するラミナがみられる。岩相の側方変化が顕著。 礫種は, 花崗岩, 石英斑岩, チャート, ホルツェルス, 泥岩等で量比の変化が顕著。 部分的に逆級化が見られる。	扇状地中~下流部 or ファンデルタの 網状河川?
土岐夾炭累層	炭質泥岩~ 泥質砂岩主体 互層		34.6	炭質泥岩主体の概ね数 cm~2m間隔の互層でリッジが発達する。砂岩・細礫岩を挟在する。 細礫岩の礫種は花崗岩, 石英斑岩。 上端付近には凝灰質泥岩が分布。 部分的に逆級化が見られる。	蛇行河川氾濫原	
	泥質~粗粒砂岩 主体 互層		13.8	泥質砂岩~粗粒砂岩主体の概ね数十 cm~2m間隔の互層でリッジが発達する。細礫岩を挟在する。岩相の側方変化が顕著。 細礫岩の礫種は花崗岩, 石英斑岩。 下部には逆級化が多く見られる。	扇状地下流部に 近接する 網状河川	
	中~巨礫岩		43.6	主に中~巨礫からなる礫岩(角~亜角礫主体, 礫~基質支持主体) 礫種は花崗岩及び石英斑岩。 部分的に逆級化が見られる。	扇状地上流部に 近接する 網状河川~ 土石流堆積層	
花崗岩	—	—	—	—	—	

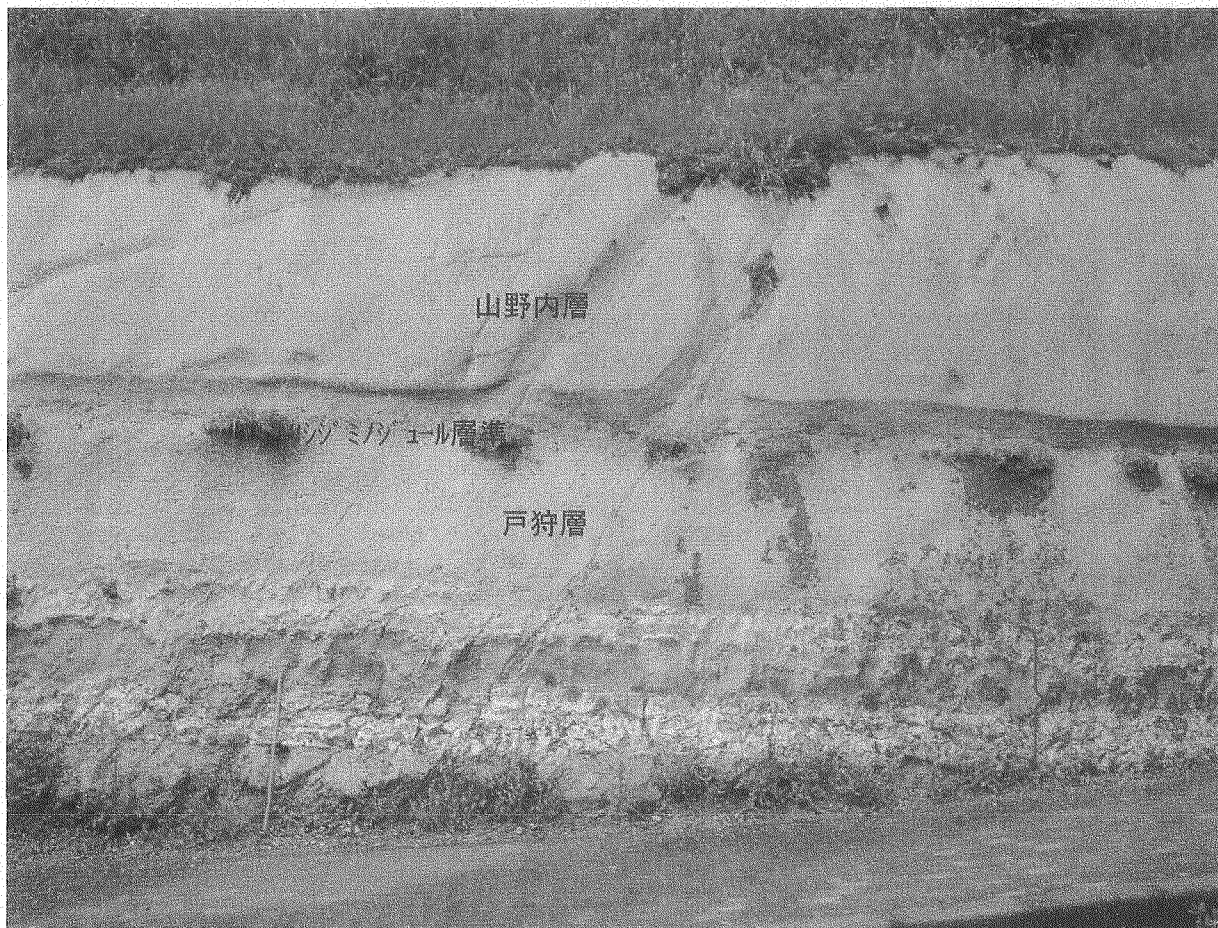


注：・境界線のうち, 実線は整合, 一点鎖線は海進時波浪侵食面(ラビーンメント面), 波線は海退時侵食面を示す
・月吉層上下面の認定は今後の調査により修正の可能性あり

表6.1-2 研究所用地ボーリング 岩相詳細一覧

地層名	岩相	鍵層名	下限深度					層厚					平均層厚	岩相の特徴		備考				
			MSB-2	MSB-3	MSB-1	MIZ-1	MSB-4	MSB-2	MSB-3	MSB-1	MIZ-1	MSB-4		岩相内	上下面の性状					
生俵累層 (不整合)	岩シルト岩・細礫岩・凝灰岩	風化シルト岩主体				5.20									部分的に、コア芯まで黄土色に風化変色	上部はシャープで明瞭	シルト岩は部分的に凝灰岩の可能性があるが、風化変色著しいため判別不能			
		細～粗粒砂岩				7.15									塊状・無層理、グレーディング	上部はハイターベーションにより不規則で漸移的。下部はシャープで明瞭	5.65-5.70mに薄い凝灰岩を挟む。			
	山野内層 (細～粗粒砂岩、凝灰岩を挟む)	細粒凝灰岩				7.72									灰白色の細粒凝灰岩。上部はラミナ発達、下部は無層理	上部はハイターベーションにより不規則で漸移的。下部はシャープで明瞭	構成礫は、黒色チャート・ホルンfels主体で、軽石、凝灰岩等を含む。			
		細礫岩～細礫混じり粗砂				8.52									細礫岩～細礫混じり粗砂。礫径はφ5mm主体でmax30mm。	上部はシャープで明瞭。下部はコア芯で詳細不明だが、ほぼ水平傾斜で恐らく非整合	構成礫は、黒色チャート・ホルンfels主体で、軽石、凝灰岩等を含む。			
		泥質砂岩主体				12.85									上部はラミナ明瞭で層状。下部はハイターベーション発達。凝灰岩薄層を6枚挟む。	厚さ30cm程度の灰白色細粒凝灰岩	凝灰岩：9.37-9.40m, 9.89-9.96m, 10.10-10.14m, 10.25-10.26m, 10.38-10.39m, 11.46-11.59m			
		細粒凝灰岩	Ak-11			13.10									厚さ30cm程度の灰白色細粒凝灰岩	上部はシャープで明瞭	下部はサブリング済(13.0-13.2m)のため未確認			
		細～粗粒砂岩				17.00									ハイターベーションが発達し濁汰悪い	下部付近はやや凝灰質	14.5-14.9m, 15.55-15.90m: ハイターベーションが発達したやや凝灰質部を含む			
		凝灰質中～粗粒砂岩	Ak-10 (Yu)				18.00								凝灰質中～粗粒砂岩	上下面はハイターベーションによる薄層状やラミナにより非常に漸移的で不明瞭	16.50-18.00mは全体にやや凝灰質だが、漸移部を除くと17.00-18.00mになる			
		細～粗粒砂岩				20.25									ハイターベーション発達	上部付近はやや凝灰質				
		凝灰岩?	Ak-9 (Ym-1)				20.35								ハイターベーションでブロック化したやや凝灰質な部分	不規則	鍵層としては不明瞭(露頭でも比較的不明瞭)			
		細～極細粒砂岩				23.40									ハイターベーション発達					
		凝灰質中粒砂岩	Ak-8 (Ym-2)				23.95								凝灰質中粒砂岩。ハイターベーションが発達	上部は混在状で不規則。下部は比較的明瞭				
		極細粒砂岩主体				27.35									上部1mは泥質砂岩。全体にややハイターベーションが発達					
		凝灰岩?	Ak-7 (Ym-3)				27.45								ハイターベーションでφ10m程度にブロック化したやや凝灰質な部分	直上にノジュールあり	鍵層としては不明瞭(露頭でも比較的不明瞭)。直上にノジュールが分布し露頭と整合的			
極細粒砂岩主体				31.20									比較的均質							
細粒凝灰岩	Ak-6 (Ym-4)				31.35								ハイターベーションで著しく乱された灰白色細粒凝灰岩	上下面は混在状で非常に不規則						
極細粒砂岩主体				32.00									ややハイターベーション							
凝灰岩?	Ak-6 (Y)				34.00								極細粒砂岩の凝灰質部と思われるが非常に不明瞭	非常に漸移的	鍵層としては不明瞭。現状コアでこの区間乾燥による白色化が著しいことから判断					
泥質～極細粒砂岩				36.00									ややハイターベーション	漸移的						
中粒砂岩(やや泥質)				39.20									部分的に泥質な中粒砂岩。上部にはハイターベーションが発達。下部にはほとんどなし	漸移的	約40m～約35mにかけて漸移的に上方細粒化し、海浜相から沖合相への移行を示していると考えられる					
中～粗粒砂岩				4.75	42.00								ややハイターベーション	漸移的						
明世累層 (貝化石を含む)	中～粗粒砂岩				5.95	42.80					1.20	0.80	1.00	ややハイターベーション。上位より僅かに粗粒が多い	漸移的	MSB-1: 42.10mのφ4cm二枚貝の10cm上位を地層境界とした MSB-3: 4.76-4.85mのノジュール上面付近を地層境界とした				
	細粒凝灰岩(アベックタマ)	Ak-5 (Tu)			6.85	43.65					0.85	0.85	0.85	明瞭な灰白色を示す2枚の細粒凝灰岩のセット(MSB-3: 8.95-9.20m, 6.78-6.85m, MSB-1: 42.80-43.10m, 43.60-43.65m)。層厚は、上が厚さ約30cm、下が約5cm	上下層の上下面とも、ハイターベーションでやや不規則だが、比較的明瞭	厚さは、2層合わせた上下限で算出。 岩相及び層厚も、地科学研究所奥山道露頭のアベックタマに類似している。				
	中～粗粒砂岩				8.50	11.50	49.09	2.84				4.37	5.44	4.90	上方細粒化グレーディング顕著。部分的に弱いラミナ発達。部分的にハイターベーションあり		アベックタマ下面から下側50cm以内に、貝化石又はノジュールを含む層あり。 MSB-1: 43.87-43.94m灰色ノジュール、MSB-3: 7.30-7.35mφ4cm二枚貝化石			
	粗粒凝灰岩	Ak-4			8.80	11.88	49.40	3.15			0.30	0.36	0.31	0.31	厚さ30～50cmのラミナ(部分的にクロスラミナ)の発達した粗粒凝灰岩～凝灰質中粒砂岩	比較的明瞭だが、上部はラミナ発達しやや漸移的。下部付近はハイターベーションが発達	MSB-1: 43.87-43.94m灰色ノジュール、MSB-3: 7.30-7.35mφ4cm二枚貝化石			
	中～粗粒砂岩				11.95	15.40	49.56	6.66				3.15	3.31	0.16	3.51	クロス～平行ラミナ発達	上部はAk-4タマ下面に相当し比較的明瞭。下部は漸移的	下面から20cm～1m下に、泥岩薄層又は泥岩ブロックが分布する		
	戸狩層 (貝化石を含む)	細～粗粒砂岩(濁汰不良) [貝化石密集部を含む]				26.34	29.33	64.30	20.22	19.35		14.39	13.09	14.74	13.56	濁汰の悪い細～粗粒砂岩主体。グレーディング全般に不明瞭で部分的に弱いラミナあり。φ数mm～1cmの貝化石密集部。ノジュール、炭化木片を含む。上部数m区間に平行～クロスラミナが見られる場合がある。	上部は濁汰度の差。ラミナの有無で区別できるが漸移的。下部は漸移的だが、下限に泥岩の薄層～塊状ハイターベーションでブロック化が分布する。	MSB-3, MIZ-1では上部数m区間に平行～クロスラミナが見られ、立坑でも同様に見られる(MSB-2はこの区間コアで不明、MSB-1にはなし)。 貝化石密集部は、立坑では下に凸の形状で断続的な層状に分布する(1～数mの深度毎)。 下部は非常に漸移的だが、下限付近に分布する泥岩薄層～泥岩ブロックを境として、それに深でやや分級が良くなるため、その泥岩下面を本砂岩相の下面とした		
		中～粗粒砂岩				27.85	30.00		24.20	23.65		1.51	0.63	0.00	3.98	4.30	2.08	濁汰の良い中～粗粒砂岩で、下面付近に平行orクロスラミナ～泥岩薄層あり	上部は上述の泥岩薄層～泥岩ブロックの下面に相当、下部は比較的明瞭	MSB-1には分布しない。MSB-3では下面付近にミナ岩質なし。化石ほとんど含まない
	不整合	軽石質中～粗粒砂岩				34.70	38.12	68.50	29.30	28.35		6.85	7.63	4.20	5.10	4.70	5.70	ほぼ均質で部分的に弱いラミナのある中～粗粒砂岩。非常に漸移的だが上部以外は大部分凝灰質。粗砂～細礫サイズの軽石粒子を多く含む。MSB-4の下部は細～中粒砂岩主体で泥岩薄層を挟み部分的に互層状。	上部は比較的明瞭 下部は非常に漸移的で不明瞭(MSB-1は比較的明瞭でシャープ)	立坑では下位の軽石凝灰岩との境界は非常に漸移的で確認困難
		軽石凝灰岩～軽石質砂岩	Ak-2			38.50	42.22	69.78	31.82	31.28		3.80	3.85	1.28	2.52	2.93	2.88	粗粒砂～細礫サイズの軽石を主体とする軽石凝灰岩～軽石質粗粒砂岩。下部1m前後の部分は軽石質凝灰岩との混在状態を示す(MSB-1は本層そのものが薄く、泥岩薄層を多く含む)	上部は凝灰質砂岩との境界が混在し非常に漸移的で不明瞭。軽石の混入が急増する部分を凝灰岩上面とした 下部はシャープかつ明瞭な境界(やや層理に斜交)で下位の泥岩層に接し、境界付近1m程度の範囲は凝灰質泥岩との不規則な混在状態を示すことが多い。	明世累層で最も均質かつ厚い凝灰岩(顕著な軽石凝灰岩) 立坑では、下部は明瞭かつシャープな境界で下位の泥岩の塊状を多く含む。下部は、全体としてはほぼ層理に平行だが、境界そのものには凹凸があり侵食面と思われる。
	月吉層 (凝灰質砂岩、泥岩を挟む)	泥岩～泥質砂岩				47.30	50.90	79.25	40.33	37.40		8.80	8.16	9.47	8.51	6.12	8.21	黒灰～暗灰色の厚い泥岩～砂質泥岩主体。部分的にハイターベーションが発達し、やや砂質な部分を不規則に含む(MSB-2下部は凝灰質砂岩との不規則な混在状態を示す) 3枚の凝灰質砂岩層(Ak-1.1～1.3、細～中粒、厚さ30～50cm)を挟む(MSB-1.2, MIZ-1)。MSB-1では均質な砂質泥岩～泥質砂岩でハイターベーションは少なく、泥岩及び軽石の細～中礫を含む MSB-4では下部に砂岩及び凝灰岩が分布	上部はシャープで明瞭 下部付近には、MSB-2.3, MIZ-1ではハイターベーションが発達し凝灰質砂岩に漸移する、MSB-1.4では比較的明瞭に細粒凝灰岩に接する	挟まれる3枚の凝灰質砂岩層は、下部は比較的シャープ明瞭だが、上部はハイターベーションが発達し不規則である(MSB-2.3, MIZ-1)。立坑でも同様に3枚の凝灰質砂岩が分布する。 3枚それぞれの厚さは、MSB-2: 39.45-39.76m, 41.25-41.50m, 43.40-43.87m, MSB-3: 43.30-43.67m, 45.40-45.65m, 47.73-48.13m, MIZ-1: 33.18-33.50m, 35.25-35.50m, 37.12-37.58m。
凝灰質細粒砂岩～細粒凝灰岩		Ak-1			47.95	52.28	81.75	41.13	38.10		0.65	1.30	2.50	0.80	0.70	1.19	MSB-2.3, MIZ-1: 凝灰質細～中粒砂岩。ハイターベーションが発達する。 MSB-1.4: 細～粗粒凝灰岩。比較的均質でハイターベーションは少ない	上部はハイターベーションが発達し、上位の砂質泥岩～細粒砂岩に不規則に漸移する(MSB-2.3, MIZ-1, MSB-1では漸移的だが比較的明瞭) 下部は比較的シャープで明瞭	MSB-1.4では明瞭な凝灰岩として認識できるが、MSB-2.3, MIZ-1では凝灰質砂岩程度であり、鍵層としてはやや不明瞭。 立坑では明瞭に見られる。	
砂質泥岩～泥質砂岩					49.40	54.00	84.20	42.00				1.45	1.62	2.45	0.87	0.00	1.28	上位のAk-1～Ak-2間と同様の砂質泥岩～泥質砂岩だが、やや砂分が多い。ハイターベーションが発達。 MSB-1では全体的に凝灰質。MSB-4では欠如。	上部は比較的シャープ。 下部は凝灰質砂岩へ漸移する。	MSB-4には分布しない 貝化石分布下限
細～粗粒砂岩(凝灰質主体)					51.95	58.00	93.05	43.50	42.20		2.55	3.76	8.85	1.50	4.10	4.15	粗砂～細礫サイズの軽石を含む 凝灰質の程度は不均質で凝灰質程度が弱い部分もある	漸移的	MIZ-1では薄く、凝灰質の程度は弱い	
本郷累層 (凝灰質砂岩、泥岩を挟む)	細礫岩～細礫混じり粗粒砂岩				53.45	59.50	95.55	49.30	46.92		1.50	1.41	2.50	5.80	4.72	3.19	細礫岩～細礫混じり粗砂。部分的にφ0.5cmの泥岩中礫を含む。 MSB-3ではマトリクス全体が凝灰質。MIZ-1及びMSB-4では細礫と砂岩が漸移して5～6m区間に幅広く分布	上部は漸移的 下部はシャープではないが比較的明瞭	構成礫は、チャート、ホルンfels、スコリア、軽石、花崗岩～斑岩、泥岩～凝灰質泥岩等からなる。 MIZ-1及びMSB-4では砂と細礫が約5～6m区間で漸移的に繰り返すため、細礫の分布上下限を境界とした。 立坑ではトラフ型斜交層理が発達し、泥岩～凝灰質泥岩層、軽石層を多く含む。	
	凝灰質砂岩主体				53.68	60.00	96.24	50.46			0.23	0.47	0.69	1.16	0.00	0.51	上位の細礫岩と下位の凝灰岩に挟まれた区間の薄い砂岩 MSB-4では欠如。	MSB-2.3, MIZ-1では、上部は比較的明瞭だが、下部は漸移的。 MSB-1では、上下面とも比較的明瞭		
	凝灰質砂岩～泥岩 凝灰岩 互層	Hg			56.85	63.30	99.86	53.62	49.85		3.17	3.10	3.62	3.16	2.93	3.20	凝灰質砂岩～泥岩、凝灰岩が細かい互層を成し、岩相変化が著しい。 部分的に平行ラミナ発達し細互層状を示す。	上下面は概ね漸移的。ただし、MSB-2では下部はシャープで明瞭	ラミナ発達～無層理で変化した、凝灰質程度にも差があり、岩相の側方変化が著しい。 この層理に凝灰岩～著しい凝灰質部が分布するのは明らかであるが、明瞭な上下限の設定は困難であるため、下位の泥質岩又は弱凝灰質部までの区間を一括して鍵層として認定した。	
泥岩～粗粒砂岩(凝灰質部多い)				59.75	67.95	106.05	57.22	52.00		2.90	4.37	6.19	3.60	2.15	3.84	比較的均質な細～粗粒砂岩。泥岩～泥質砂岩からなる。岩相の側方変化が著しく、部分的に弱い平行～やや斜交するラミナがある。 MSB-1～3では、上部が泥質砂岩～泥岩、下部が中～粗粒砂岩で上部がやや細粒化。 MIZ-1, MSB-4では、細～中粒砂岩主体。	上下面とも概ね漸移的だが、MSB-4では下部比較的明瞭			
不整合	細～大礫岩/砂岩互層(部分的に凝灰質) (凝灰岩、砂質泥岩を含む)				77.54	91.37	131.32	75.70	76.70		17.79	22.01	25.27	18.48	24.70	21.65	MSB-1～3, MIZ-1: 概ね、上部は細～粗砂と細礫が漸移的に細く繰り返す。中部は中～大礫主体、下部は細～中礫と中～粗砂の厚さ数cm～1mの互層状。 MSB-4: 全体に、細～中礫と細～粗砂の厚さ数cm～数mの互層状。 粗砂～細礫主体。部分的に逆粒化が見られる。	上部付近は薄い細礫部が繰り返す非常に漸移的であるが、細礫岩の分布上限とした(MSB-4では比較的明瞭) 下部は美濃帯起源の礫(チャート、ホルンfels、泥岩等)を含む礫層の分布下限であり、チャート状の明瞭な侵食面(非整合)を成している。MSB-3では、断層破壊部が下面に相当する。	礫岩の礫は、チャート、ホルンfels、スコリア、花崗岩～斑岩、泥岩～凝灰質泥岩等からなる。石英斑岩や花崗岩が多い傾向があるが、場所により構成礫種や量比はかなり変化する。 不整合面の傾斜は、MSB-2で約20°、MSB-1で5°以下、MIZ-1で約40°、MSB-4で約20°。	
	凝灰質砂岩～泥質砂岩互層(砂岩、細礫岩を含む)				117.48	127.70	165.01	106.47	93.90		39.94	34.14	33.69	30.77	17.20	34.63	ラミナ発達した凝灰質砂岩主体の概ね数cm～2m間隔の互層で、砂岩及び細礫岩を挟む。 砂岩～細礫岩には部分的に逆粒化が見られる。 上部付近には厚さ1m弱～数mの凝灰質泥岩が分布する。 [MSB-4では本岩相中で下位の花崗岩に不整合で接する]	上部はチャート泥岩の下面(非整合面)で明瞭 下部は概ね凝灰質砂岩の分布下限に相当し明瞭	細礫岩の礫は、ほとんど大半が花崗岩～石英斑岩、黒雲母からなる。 MSB-4での花崗岩との不整合面の傾斜は約45°	
	泥質～粗粒砂岩互層(細礫岩を含む)				132.07	140.90	179.48	109.14			14.59	12.40	14.47	2.67		13.82	泥質～粗粒砂岩主体の概ね数cm～2m間隔の互層で、細礫岩を挟む。MSB-1ではやや細礫岩が多い。部分的にラミナ発達する。 下部の細礫岩～砂岩中には逆粒化が多く見られる。 [MIZ-1では本岩相中で下位の花崗岩に不整合で接する]	上部は明瞭(上記の通り) 下部は、細～中粒砂岩が下位の細～中礫岩に接し、比較的明瞭	細礫岩の礫は、ほとんど大半が花崗岩～石英斑岩、黒雲母からなる。 MIZ-1での花崗岩との不整合面の傾斜は約50°	
土岐炭層 (砂岩、細礫岩を含む)	中～巨礫岩(砂岩、細礫岩を含む)				170.93	177.70	195.33				53.43	46.98	30.32			43.58	礫支持主体で上部は部分的に基質支持。角～亜角礫主体。部分的に逆粒化が見られる。 花崗岩(細～中粒)及び石英斑岩の中～巨礫からなる。基質は粗砂～細礫。 部分的に厚さ数cmの砂岩を挟む。 [MSB-4, MIZ-1では本岩相中で欠如]	上部は比較的明瞭(上記の通り) 下部は、礫及び基質ともマサ化し漸移的だが、基質がなくなる下部で認定	本炭層相に深には花崗岩が分布	
	花崗岩	花崗岩	孔底	180m	199m	201m	1300m	99m												

注: 月吉層の上下面の認定は、今後の調査により修正の可能性あり



写真① アベックタフ Ak-5 凝灰岩 [瑞浪市民体育館横(へそ山)]



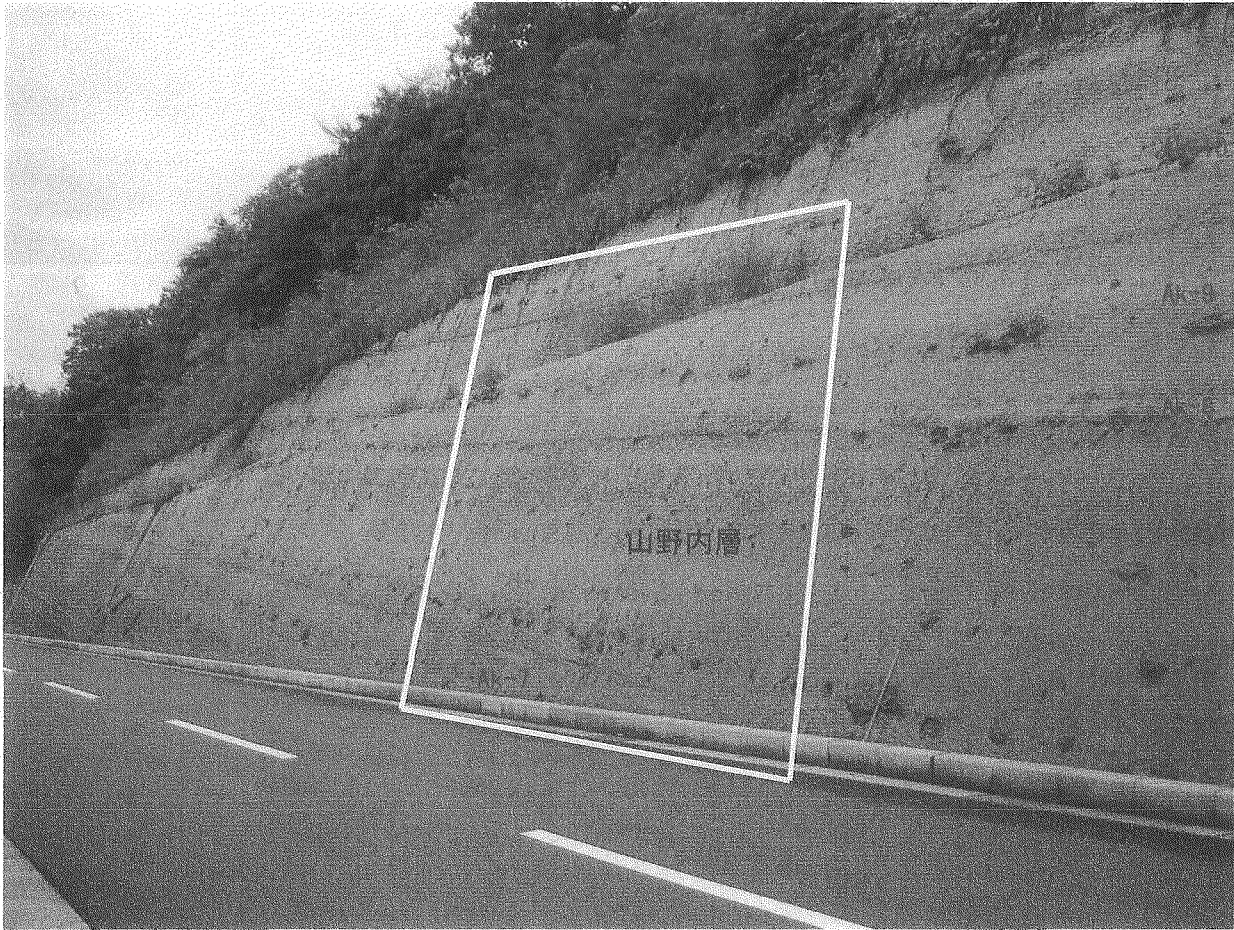
写真② アベックタフ Ak-5 凝灰岩 [瑞浪地科学研究館奥の林道入口]



写真③ Ak-6, Ak-7 凝灰岩 [瑞浪市民公園道路]



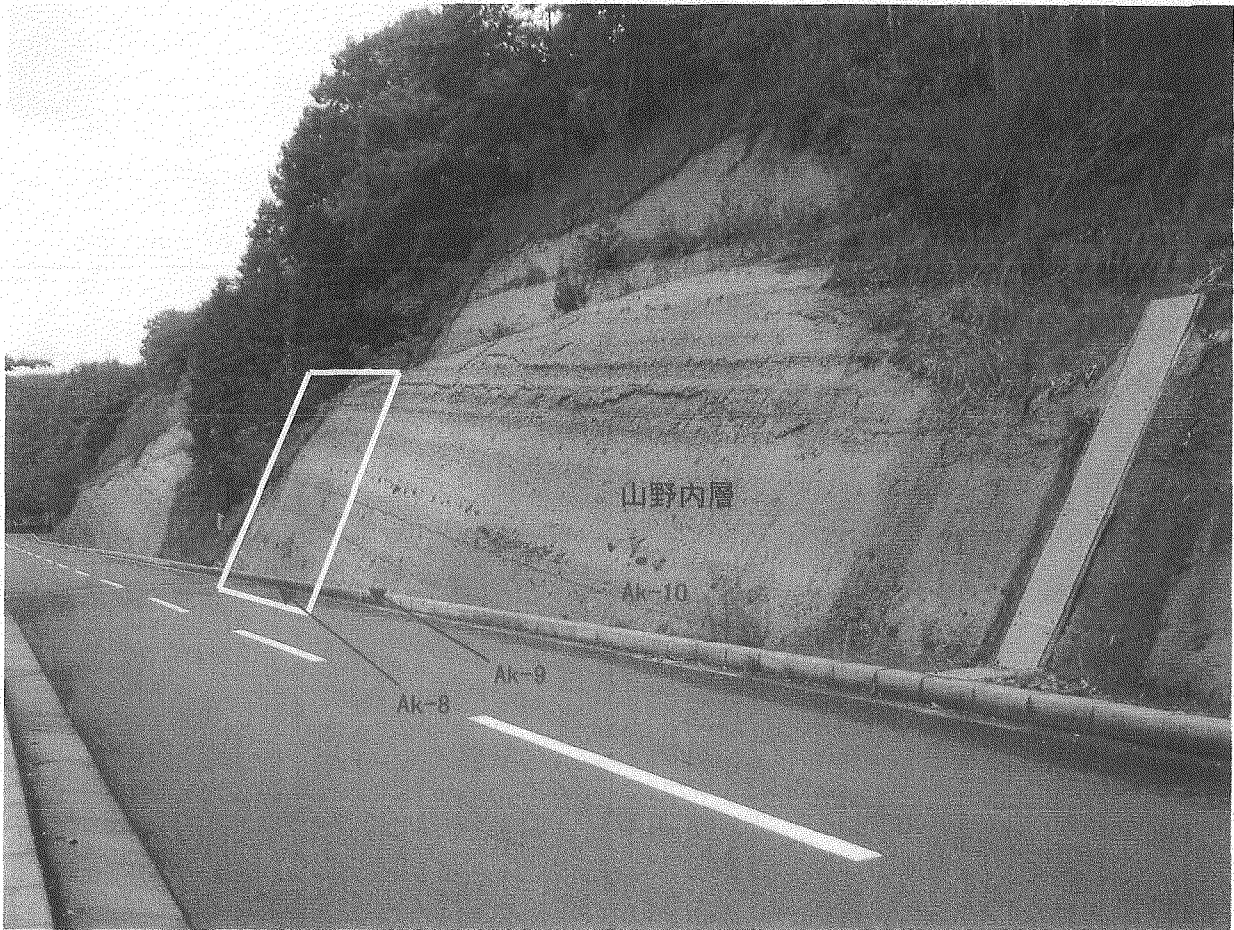
写真④ Ak-6, Ak-7 凝灰岩の接写 (写真③の白枠内)



写真⑤ Ak-7～Ak-10 凝灰岩 [瑞浪市民公園道路]



写真⑥ Ak-7～Ak-10 凝灰岩の接写（写真⑤の白枠内）



写真⑦ Ak-8～Ak-11 凝灰岩[瑞浪市民公園道路]



写真⑧ Ak-8～Ak-10 凝灰岩の接写（写真⑦の白枠内）



写真⑨ Ak-10, Ak-11 凝灰岩 [瑞浪市民公園道路]



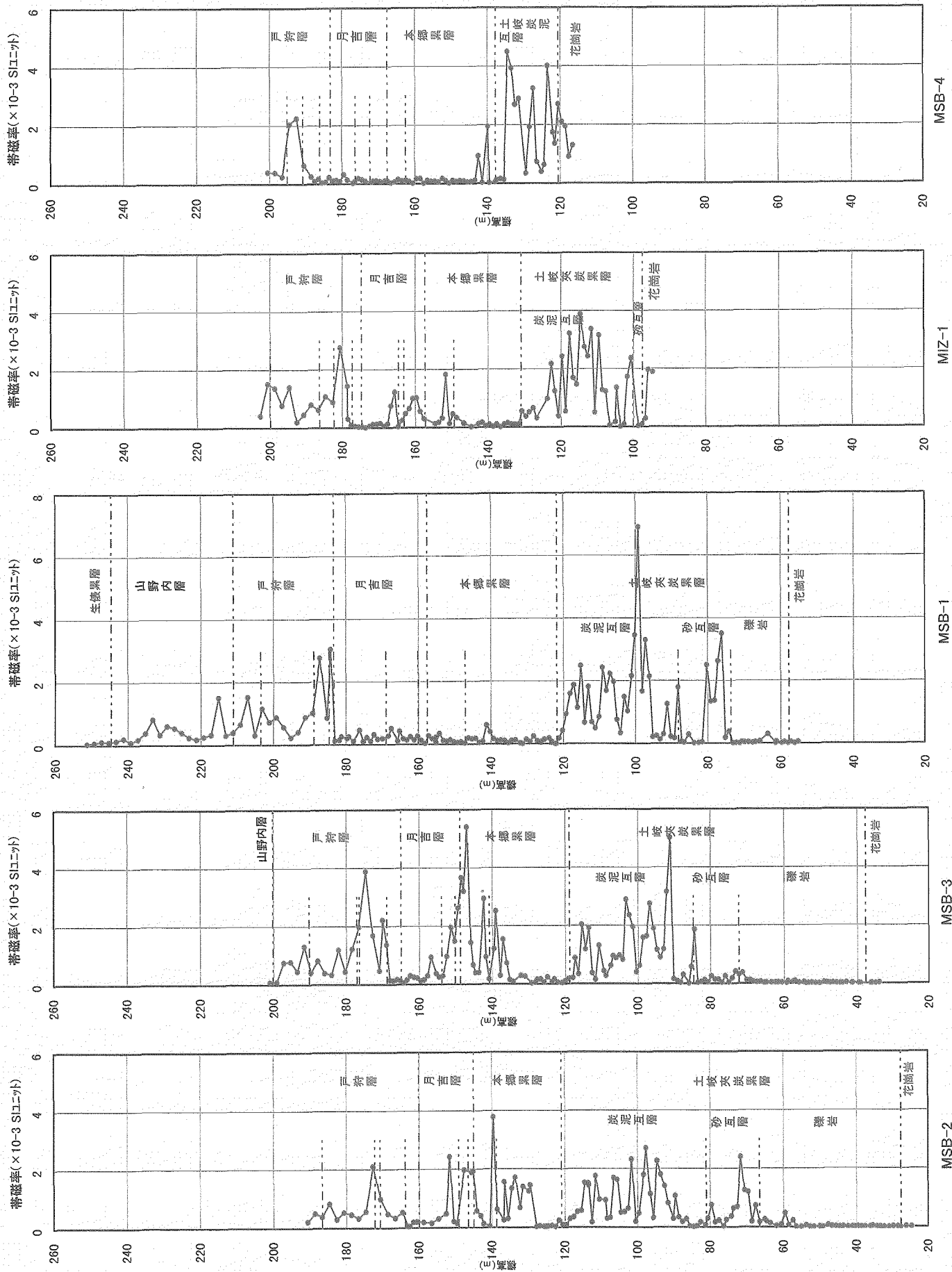
写真⑩ Ak-10, Ak-11 凝灰岩の接写 (写真⑨の範囲外すぐ右側)

6.2 帯磁率測定結果

帯磁率測定結果を図 6.2 及び表 6.2 に示す。瑞浪層群の岩芯全体としては、帯磁率は概ね $0.01 \sim 7 \times 10^{-3}$ (SI Units) 程度の範囲を示すことが明らかになった。

地層別及び岩相別に比較すると、帯磁率には以下の傾向が認められる。

- ① 土岐夾炭累層内の互層／礫岩境界，本郷累層／土岐夾炭累層互層境界及び戸狩層／月吉層境界においては，境界付近の上下で帯磁率に差が認められ，帯磁率が岩相の違いを明瞭に反映している。
- ② 砂岩を頻繁に挟在する土岐夾炭累層の互層部及び砂岩主体である戸狩層では帯磁率は概ね高い値を示すのに対して，より細粒な泥岩主体の月吉層上部及びシルト岩主体の生俵累層は概ね低い値を示す。
- ③ 戸狩層の細～粗粒砂岩，山野内層の極細粒～泥質砂岩，生俵累層のシルト岩へと，碎屑粒子の上方細粒化に並行して，帯磁率も上位に向かって減少する。
- ④ 花崗岩，土岐夾炭累層礫岩及び本郷累層礫岩では，帯磁率は概ね低い値を示す。花崗岩自体に磁性鉱物の含有量が少ないものと考えられ，その花崗岩礫を多く含む礫岩の帯磁率が全体に低くなっている可能性がある。
- ⑤ 本郷累層と月吉層の境界付近の砂岩では，帯磁率に地域差が認められる。この層準の帯磁率は，研究所用地東側の MSB-2,3 号孔及び MIZ-1 号孔では高い値を示すのに対し，北西側の MSB-1,4 号孔では全体に低い値を示す。
- ⑥ 以上のことから，瑞浪層群の堆積岩では，碎屑物を供給する後背地の地質により帯磁率が左右されると考えられ，帯磁率の変動は，細～粗粒砂サイズの碎屑物の含有量や粒度の垂直変化によって規定されていると推定される。



注: 月吉層上下面の認定は今後の調査により修正の可能性あり

図6.2 研究所用地ボーリング帯磁率分布図

表 6.2 研究所用地ボーリング帯磁率測定結果一覧(岩相別平均)

地層名	岩相	平均層厚 (m)	帯磁率平均 (1×10^{-3} SI Units)					平均値の範囲
			MSB-1	MSB-2	MSB-3	MSB-4	MIZ-1	
生徳累層	シルト岩, 砂岩, 凝灰岩, 細礫岩	≥ 8.5	0.08	-	-	-	-	0.08
	極細粒～泥質砂岩 主体	25.5	0.34	-	-	-	-	0.34
山野内層	粗粒～泥質砂岩	8.0	0.63	-	-	-	-	0.63
	中～粗粒砂岩	9.4	0.83	0.35	0.58	-	0.97	0.35～0.97
戸狩層	細～粗粒砂岩(淘汰不良)	13.9	0.73	0.69	0.69	0.34	0.81	0.34～0.81
	中～粗粒砂岩	2.1	-	0.99	1.98	2.14	0.98	0.98～2.14
	軽石質中～粗粒砂岩	5.7	1.81	0.45	1.92	0.29	1.15	0.29～1.92
	軽石凝灰岩	2.9	3.04	0.13	0.15	0.11	0.05	0.11～3.04
月吉層	泥岩～泥質砂岩	10.7	0.21	0.56	0.28	0.13	0.25	0.13～0.56
	細～粗粒砂岩(凝灰質主体)	4.2	0.26	1.97	1.18	0.15	0.26	0.15～1.97
	細礫岩～含礫粗粒砂岩	3.2	0.08	1.89	2.63	0.09	0.68	0.08～2.63
本郷累層	凝灰質砂岩～泥岩/凝灰岩 互層	7.6	0.15	1.15	2.12	0.09	0.52	0.09～2.12
	細～大礫岩/砂岩主体 互層	21.7	0.14	0.62	0.40	0.20	0.12	0.12～0.62
土岐夾炭 累層	炭質泥岩～泥質砂岩主体 互層	34.6	1.45	0.82	1.17	1.81	1.42	0.82～1.81
	泥質～細粒砂岩主体 互層	13.8	0.95	0.66	0.28	-	0.07	0.07～0.95
	中～巨礫岩	43.6	0.05	0.06	0.06	-	-	0.05～0.06
花崗岩		-	0.04	0.01	0.02	1.80	1.39	0.01～1.80

注: 月吉層の上下面の認定は今後の調査により修正の可能性あり

7. 考察

7.1 地層境界の認定について

地層境界の認定については、Hiroki and Matsumoto(1999)、細山(2002)、糸魚川(1974)(1980)、柴田・糸魚川(1989)、氏原ほか(1999)等の文献を参考に、瑞浪市総合体育館付近及び瑞浪地科学研究館付近の露頭観察結果も併せて検討した。

主な検討ポイントは以下の(1)～(7)の通りである。

(1) 土岐夾炭累層／花崗岩境界

本境界については、MSB-1～3号孔では、土岐夾炭累層下部の礫岩の基質の分布下限を下位の花崗岩との不整合面と判断し、地層境界として認定した。MSB-4及びMIZ-1号孔では、土岐夾炭累層上～中部の互層が傾斜45～50°の明瞭な侵食面で花崗岩に重なる面を不整合面として認定した。

(2) 本郷累層／土岐夾炭累層境界

本境界については、美濃帯起源と考えられるチャートやホルンフェルス礫の有無に着目し区分した。本地域ではチャートやホルンフェルス礫は本郷累層に多く含まれるのに対し土岐夾炭累層にはほとんど含まれないこと、チャートやホルンフェルス礫を含む礫岩の下限は明瞭な侵食面(最大40°傾斜)をなすこと、侵食面直下の泥岩～砂岩は凝灰質でほぼ同層準の境界と判断されることから、チャートやホルンフェルス礫を含む礫岩の分布下限を不整合面と認定し、地層境界と判断した。この境界を挟んだ上下で帯磁率にも明瞭な違いが認められることから、不整合面を境に後背地の地質状況が変化したと推定される。

(3) 月吉層／本郷累層境界

本境界については、岩相的に漸移的でやや不明瞭であるが、糸魚川(1974)(1980)によれば月吉層基底には斜交層理の発達する礫岩が分布することがあるとされていることから、月吉層相当の泥岩～泥質砂岩の下位に分布する細礫岩～細礫混じり粗粒砂岩を月吉層の基底礫岩と判断し、その下面を境界とした。なお、立坑ではこの層準の細礫混じり粗粒砂岩に斜交層理(ハンモック状)が発達し、Hiroki and Matsumoto(1999)の記載に一致することを確認した。

(4) 戸狩層／月吉層境界

本境界については、やや月吉層の層厚が薄くなるが、軽石凝灰岩～軽石質砂岩が泥岩層に重なるシャープな面(層理に平行～やや斜交)を境界とした。軽石凝灰岩～軽石質砂岩は二次的な軽石流堆積物と考えられ、下位の泥岩を混在状～偽礫状に取り込んでいいる。それより上位では軽石質粗粒砂岩、さらに中～粗粒砂岩に漸移している。立坑においても、全体的に層理に平行だが部分的に凹凸のあるシャープな削り込み面を確認した。

(5) 山野内層／戸狩層境界

本境界については、MSB-1及びMSB-3号孔において、地科学研究館奥林道露頭のアベクタフに酷似する凝灰岩2枚とその上位約1mにノジュール又は二枚貝化石がセットで確認され、その直上を境界とした。ただし、総合体育館横の道路露頭での境界に比

較して、岩相的にはかなり漸移的で不明瞭である。

(6) 生俵累層／山野内層境界

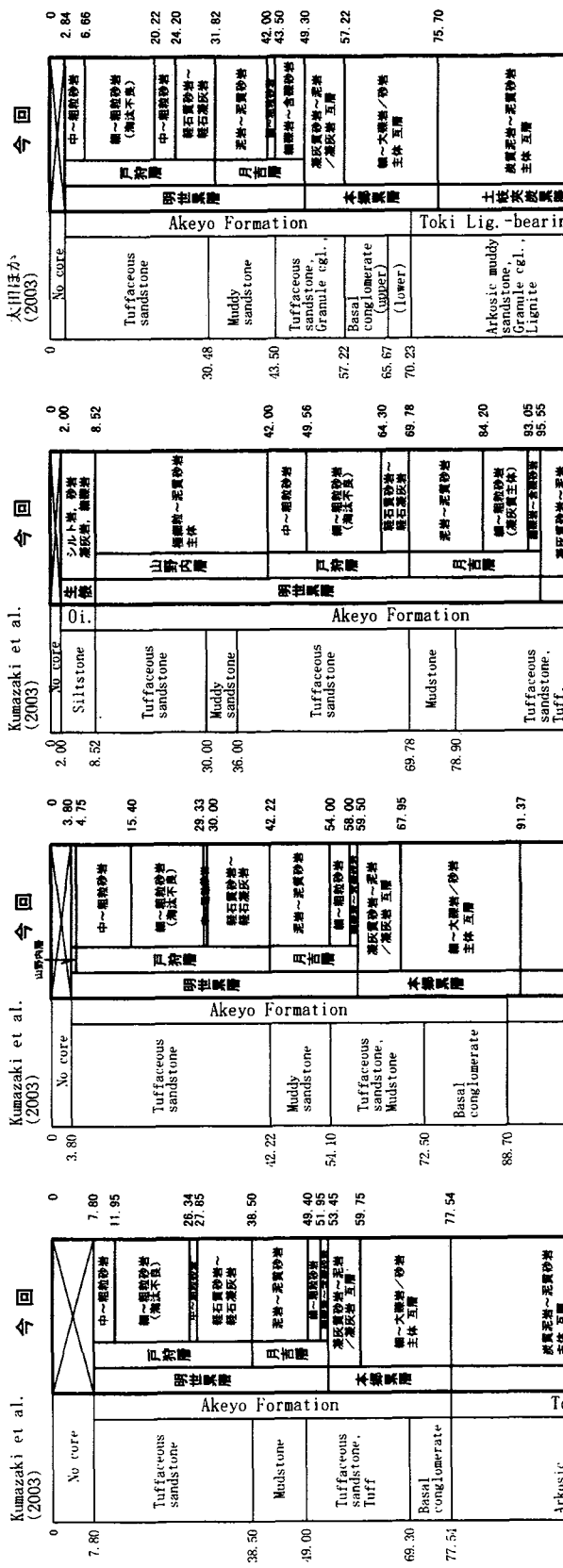
本境界については、糸魚川(1974)(1980)によれば、生俵累層基底には礫岩が分布しその上位数 m 区間に 3 枚の凝灰岩が分布するとされていることから、MSB-1 号孔において山野内層上限付近に重なる薄い細礫岩下面を境界とした。この細礫岩の直上には明瞭な凝灰岩が分布することから、文献記載にも一致する。

7.2 既往調査における層序区分との対比について

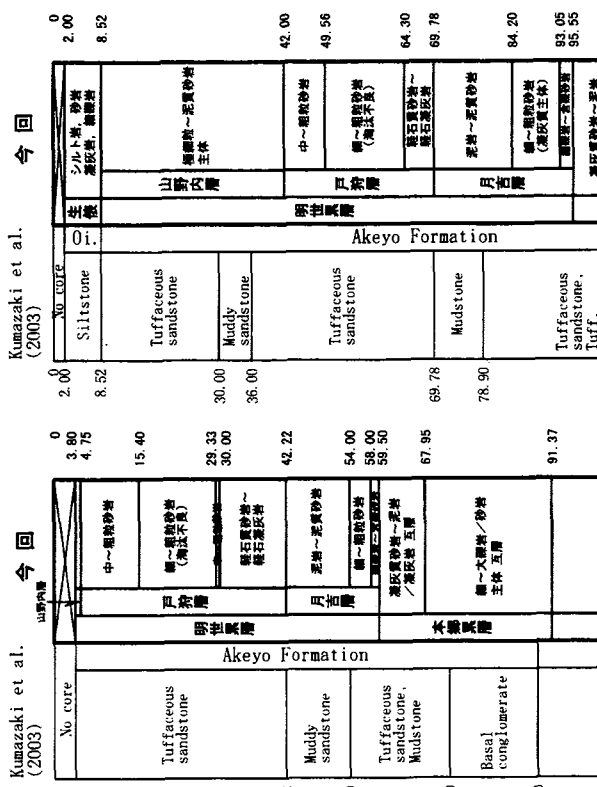
既往の浅層及び深層ボーリング調査による区分と今回の詳細区分との対比を図 7.2 に示す。今回の調査結果に基づく主な変更点は以下の通りである。

- (1) 今回の結果では、既往調査で“明世累層”として一括されていた部分について、“明世累層”上～中部を月吉層、戸狩層及び山野内層の 3 層に区分するとともに、“明世累層”下部を本郷累層として区別した。
- (2) 土岐夾炭累層上面の深度については、既往調査結果に比較して、MSB-3 号孔では 2.67m、MSB-4 号孔では 0.10m、MIZ-1 号孔では 5.47m 深くなることが判明した。

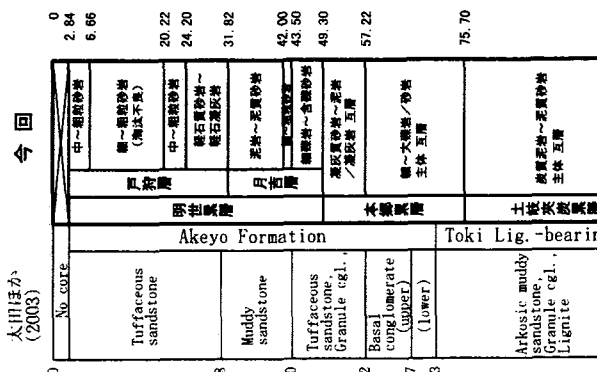
MSB-2



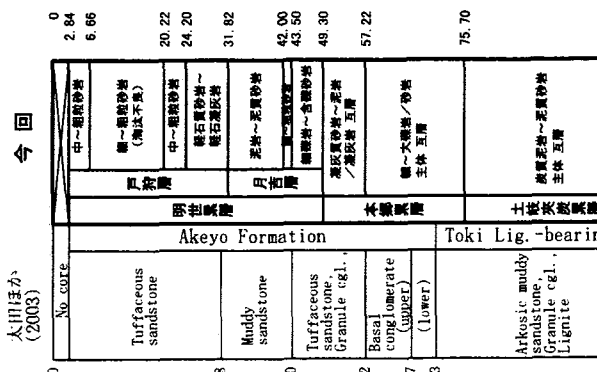
MSB-3



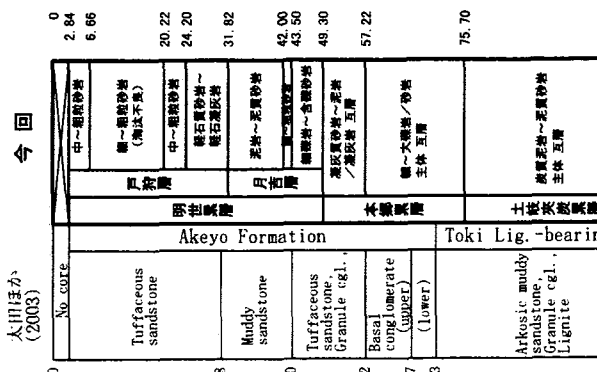
MSB-1



MIZ-1



MSB-4



注：今後の立坑データ及び礫化石データの追加により、月百層の上下限深度は見直しの可能性あり

図7.2 既往調査と今回の層序区分結果の対比

7.3 堆積環境について

岩相から推定される堆積環境を表 6.1-1 の右側に示す。堆積環境については、保柳ほか(2004)、伊藤(1998)、増田(2001)、平(2004)及び八木下(2001)を参考に、粒径、分級の程度、級化の有無、堆積構造(ラミナ等)の種類・形状、岩相の側方連続性等から、シーケンス層序学的観点からの考察も行い推定した(図 7.3-1~11 参照)。

主な検討ポイントは以下の(1)~(13)の通りである。

(1) 土岐夾炭累層下部の中～巨礫岩

本岩相については、礫径の大きな礫主体で運搬能力が大きいこと、礫支持で泥や砂などがほとんど含まれないことから、河川勾配が比較的大きく流水により細粒物質が堆積することなく流されたと考えられ、扇状地上流部に近接する網状河川的環境が推定される。さらに、角～垂角礫が多く部分的に逆級化も見られることから、部分的には土石流堆積物である可能性も考えられる。

(2) 土岐夾炭累層中部の泥質砂岩～砂岩互層

本岩相については、砂岩、砂質泥岩及び細礫岩が頻繁に繰り返しラミナが発達すること、岩相に側方連続性が乏しいこと、下部には逆級化が頻繁に認められることから、チャンネルが頻繁に移行しながらチャンネル及びバー堆積物(砂岩、細礫岩)が堆積するような扇状地下流部に近接する網状河川的環境が推定される。

(3) 土岐夾炭累層上部の炭質泥岩～泥質砂岩互層

本岩相については、広い氾濫原に対応する厚い炭質泥岩が分布すること、チャンネル及びバー堆積物と考えられる砂岩及び細礫岩に若干側方連続性が認められること、逆級化が部分的に認められることから、広大な氾濫原を流れる蛇行河川的環境が推定される。

(4) 本郷累層下部の礫岩／砂岩互層

本岩相については、岩相の側方連続性に乏しいこと、部分的に平行～やや斜交するラミナが見られること、逆級化が部分的に認められることから、扇状地中～下流部に近接する網状河川的環境が推定される。ただし、礫岩は基質支持主体で部分的に泥質砂岩などの細粒堆積物を挟在することから、土石流堆積物が直接静水域に流れ込むようなファンデルタ域の網状河川的環境の可能性も考えられる。

(5) 本郷累層上部の互層

本岩相については、やや泥質な細粒堆積物が含まれること、岩相変化が激しく部分的に平行ラミナが発達することから、ファンデルタ末端付近の網状河川的環境や流水の一時的な静止と海流の出入りの影響を受けるような河口的環境が推定される。

(6) 月吉層下部の細礫岩～含礫砂岩及び細～粗粒砂岩

本岩相については、細礫岩～含礫砂岩では同層準の立坑観察において顕著な斜交層理(ハンモック状)が確認されたこと、全体として砂岩主体のゾーンが側方に連続することから、浅海の下部外浜的環境が推定される。海進に伴い海岸域にある本郷累層上部が波浪侵食された後、海進時波浪侵食面(ラビーンメント面)に細礫岩～含礫砂岩が堆

積したと考えられる。

(7) 月吉層上部の泥岩～泥質砂岩

本岩相については、下位より均質かつ細粒になり比較的側方への連続性がよいこと、バイオターベーションが発達すること、貝化石が多く含まれることから、下部外浜と沖浜の間の漸移帯的環境かつ泥底の内湾汽水域に堆積したと推定される。

(8) 戸狩層下部の軽石質粗粒砂岩～軽石凝灰岩

本岩相については、軽石凝灰岩が下位の泥岩に整合的ながら若干の侵食面で重なり泥岩偽礫を取り込んでいること、上方ほど軽石粒子が減少し軽石質粗粒砂岩に漸移することから、小規模な海退に伴う浅海化により下位の泥岩が波浪侵食された後、上部海浜的環境において二次的な軽石質堆積物が急速に流れ込んで堆積したと考えられる。

(9) 戸狩層下部の中～粗粒砂岩

本岩相については、淘汰が良く部分的に平行～クロスラミナが見られることから波浪の影響を常に受ける前浜的環境が推定される。

(10) 戸狩層主部の細～粗粒砂岩

本岩相については、淘汰が悪く炭質物を含むこと、貝化石密集部やノジュールを層状に多く含むこと、立坑観察で貝化石密集部は下に凸の形状を示すことから、暴風時に打ち上げられた貝化石が砂に含まれる後浜的環境が推定される。

(11) 戸狩層上部の中～粗粒砂岩

本岩相については、比較的淘汰がよく、下部には平行～クロスラミナ、上部には部分的にバイオターベーションが見られることから、海進に伴う前浜～下部外浜的への移行環境が推定される。

(12) 山野内層

本層については、泥質砂岩～極細粒砂岩主体でやや細粒なこと、バイオターベーションが多く見られることから、波浪の影響を受けにくい沖浜への漸移帯的環境が推定される。

(13) 生俵累層

本層については、岩芯での分布が少なく詳細は不明であるが、基底礫岩の上位には凝灰岩を挟んで細粒かつ均質なシルト岩が分布すること、貝化石が見られないことから、より深い沖浜的堆積環境が推定される。

(a)

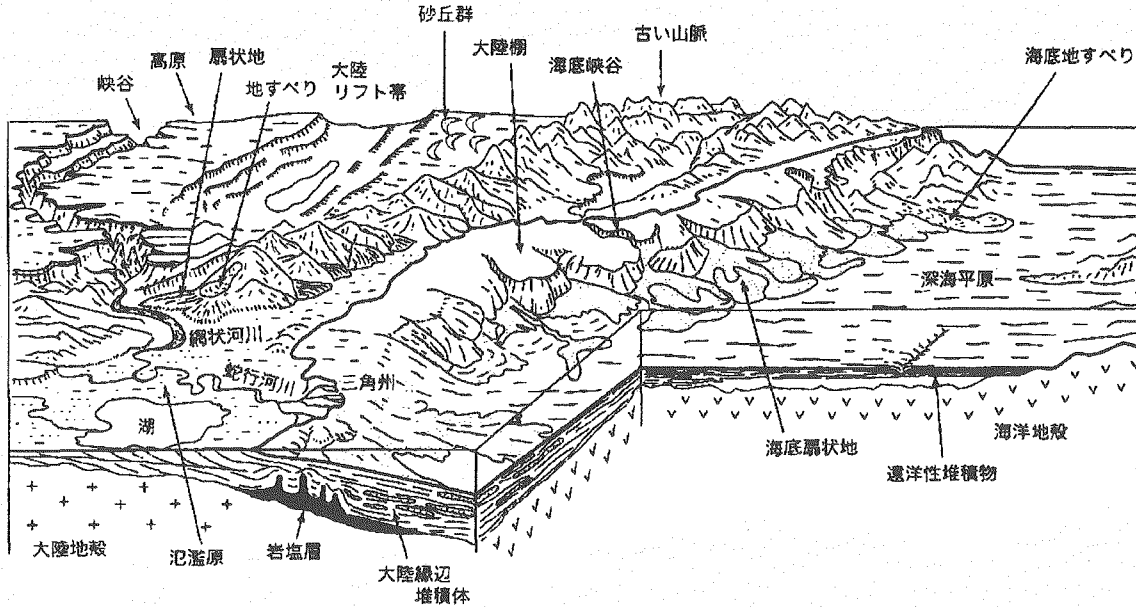


図 7.3-1 堆積環境参考図：地球表面の大地形，堆積環境の概観（平（2004）より抜粋）

Table 1-1 岩相コードの分類

岩相コード	岩相	堆積構造（内部）	堆積環境
Gms	基質（砂・シルト・泥質） 支持の角礫～円礫層	主として逆グレイディング	土石流（扇状地，ファンデルタなど）
Gm	砂屑（礫）支持の角～円礫層	塊状，正～逆グレイディング	礫質前浜，網状河川の縦州
Gt	砂屑（礫）支持の円礫層 外形は上に平坦，下に凸	平板～舟状斜交層理	礫質チャンネル堆積層（海底扇状地，ファンデルタ，網状河川など）
Gp	砂屑（礫）支持の角～円礫層	平板斜交層理	礫質デルタの前置層，網状河川の横州，離岸流層，ポイントバーなど
Sh	細礫混じり極粗粒～中粒砂層 ときには上に凸，下に平坦	平坦ラミナ	砂質前浜，網状河川の縦州など
Sp	極粗粒～中粒砂層	平板斜交層理	網状河川の縦州，横州，離岸流，砂質デルタの前置層，ポイントバーなど
Ss	極粗粒～中粒砂層 外形は上に平坦，下に凸	舟状～平板斜交層理	沿岸流，砂質チャンネル堆積層（網状河川など）
Shcs*	中粒～細粒砂層	ハンモッキー斜交層理	外浜中部～下部および漸位帯
Sfl*	細粒～極細粒砂層	平坦ラミナ	外浜下部～漸位帯・沖浜など
Sfb*	中粒～極細粒砂層	生物擾乱	外浜下部～漸位帯および沖浜，蛇行河川湿地帯など
Fl	極細粒～シルト・泥層	平坦ラミナ	沖浜，クレバススプレー（蛇行河川）など

*はとくに本書で使用する岩相コード。

図 7.3-2 堆積環境参考図：岩相と堆積環境の対比（八木下（2001）より抜粋）

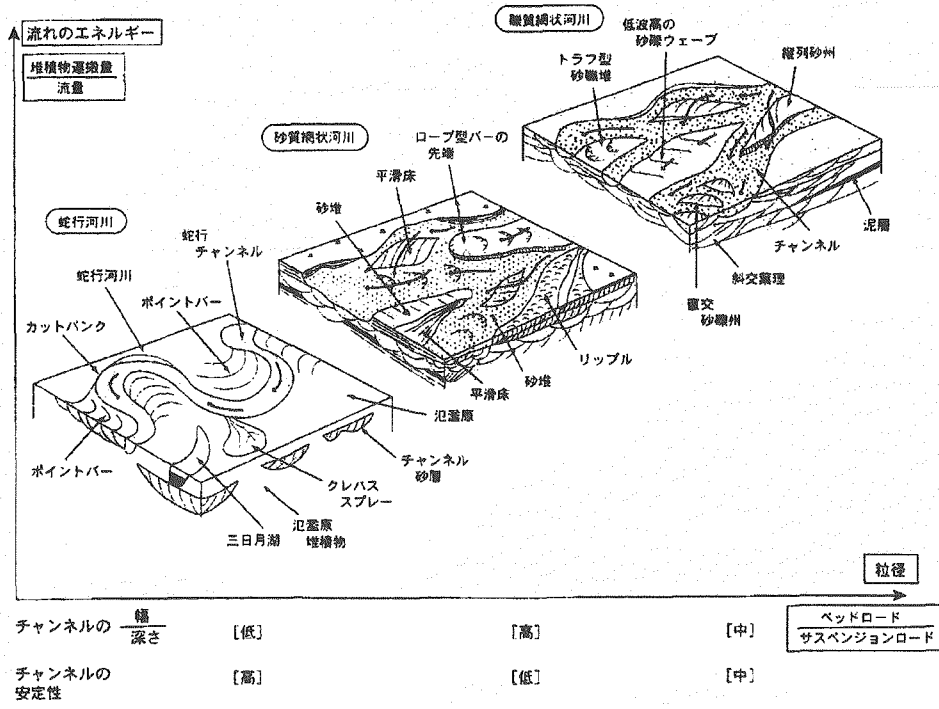


図 1.23 河川堆積環境の定性的な分類。横軸に「運搬される堆積物の平均粒径」, 「ベッドロード/サスペンションロード」をとり, 縦軸に「流れのエネルギー」, 「堆積物運搬量/河川流量」にとつてある。これらのパラメータにおいて礫質網状河川, 砂質網状河川, 蛇行河川の位置を示す。また, 下段にこれらの河川環境において, 「チャンネルの幅/深さ」, 「チャンネルの安定性」の程度を示してある。Orton and Reading (1995)を改変。

図 7.3-3 堆積環境参考図：河川堆積環境の分類 (平 (2004)より抜粋)

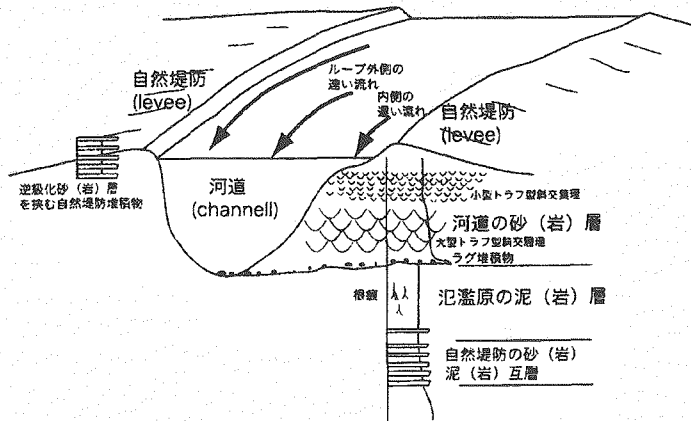


図 B-5-2 蛇行河川システムとその堆積相

図 7.3-4 堆積環境参考図：蛇行河川システムとその堆積相 (保柳ほか (2004)より抜粋)

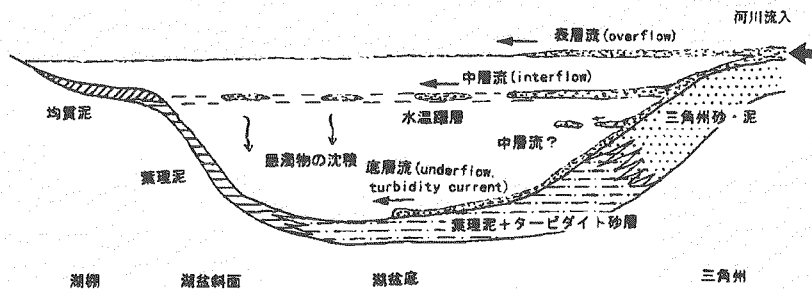


図 B-5-8 温度成層した通常の湖沼における陸源碎屑物の堆積モデル

河川からの湖への流入部では, 粗粒な堆積物の急速な沈積により三角州が形成される。いっぽう, 湖水は密度成層しており, 河川からの流入水はその密度によって, 3つのタイプの流れになりうる。その結果, 湖沼の場所ごとに異なる岩相の堆積物が形成される (Sturm and Matter, 1978)

図 7.3-5 堆積環境参考図：湖沼における堆積モデル (保柳ほか (2004)より抜粋)

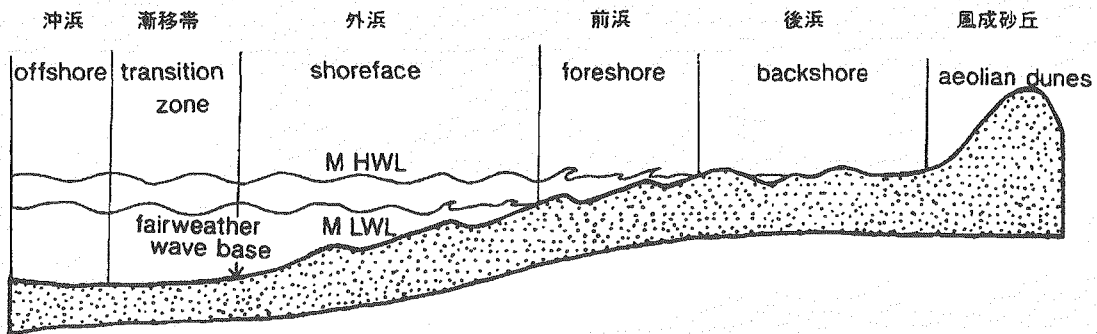


Fig. 4-1 海岸線に対して直交方向の断面における堆積環境の区分と名称

ハンモッキー斜交層理やスエール斜交層理は、主として外浜 (shoreface) 下部と漸移帯 (transition) で形成される。MHWLは平均的な高潮線 (mean high water-level), また MLWLは平均的低潮線 (mean low water-level) を表している (Elliot, 1986を改変)。

図 7.3-6 堆積環境参考図：沿岸域の堆積環境 (八木下 (2001)より抜粋)

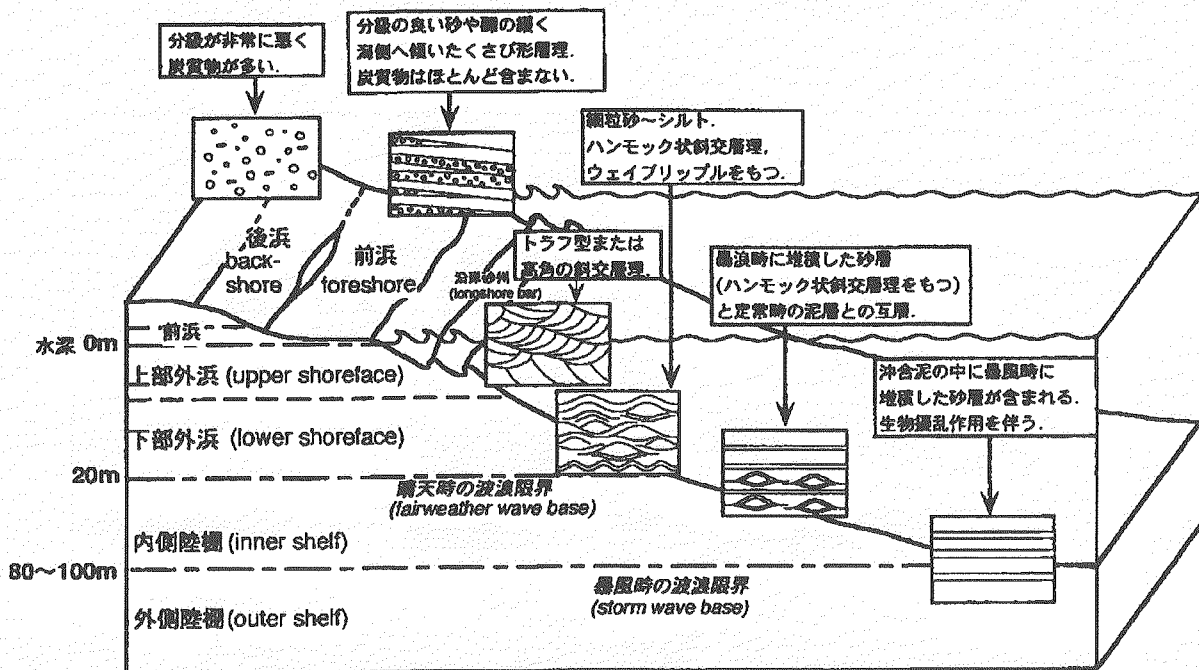


図 B-5-9 沿岸の堆積物の特徴 (西村ほか, 1993)

図 7.3-7 堆積環境参考図：沿岸域の堆積環境 (保柳ほか (2004)より抜粋)

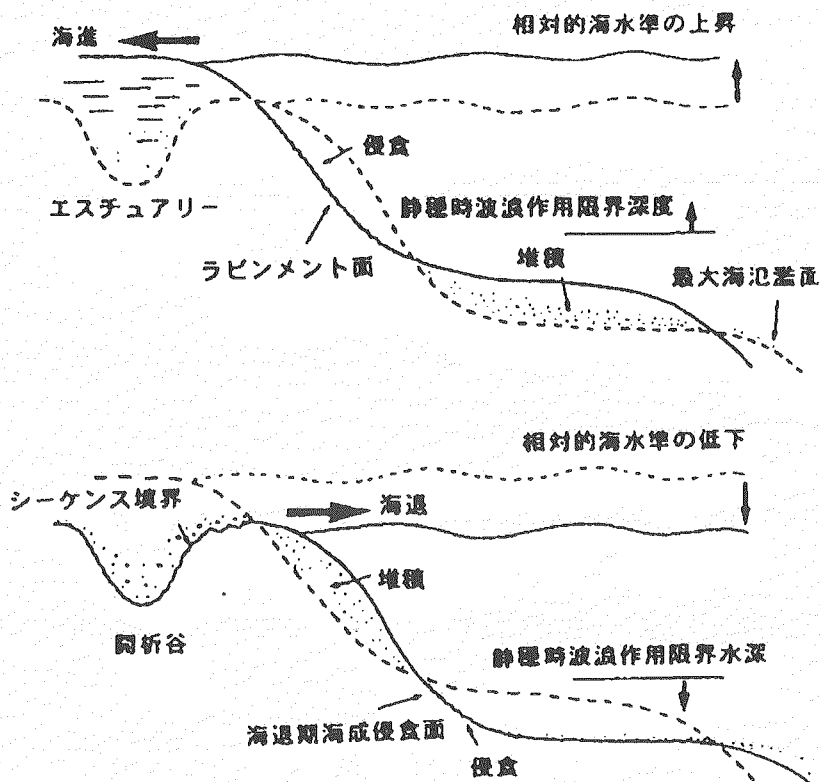


図2.9 相対的海水準の上昇・低下に伴う浅海域での侵食・堆積過程

図 7.3-8 堆積環境参考図：相対的海水準の変動に伴う侵食・堆積過程（伊藤（1998）より抜粋）

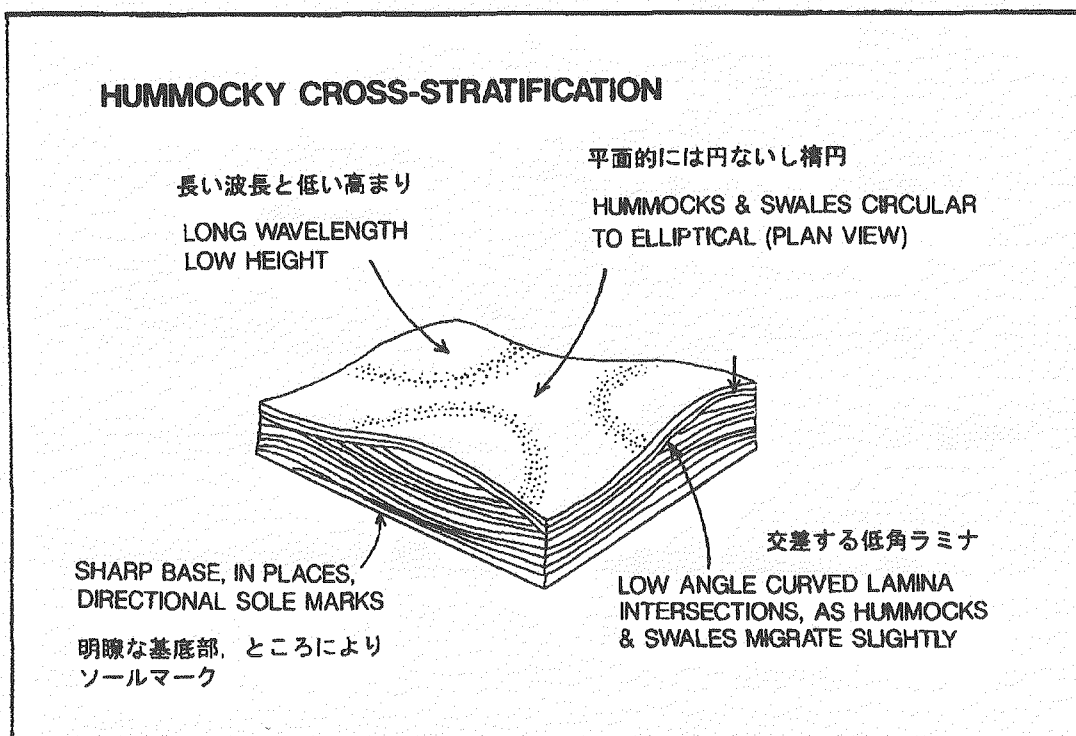


Fig. 4-3 ハンモッキー斜交層理の3次元的な形状
傾斜の緩やかなラミナが切ったり切られたりする関係を示す (Swift *et al.*, 1983を一部修正).

図 7.3-9 堆積環境参考図：ハンモッキー斜交層理の形状（八木下（2001）より抜粋）

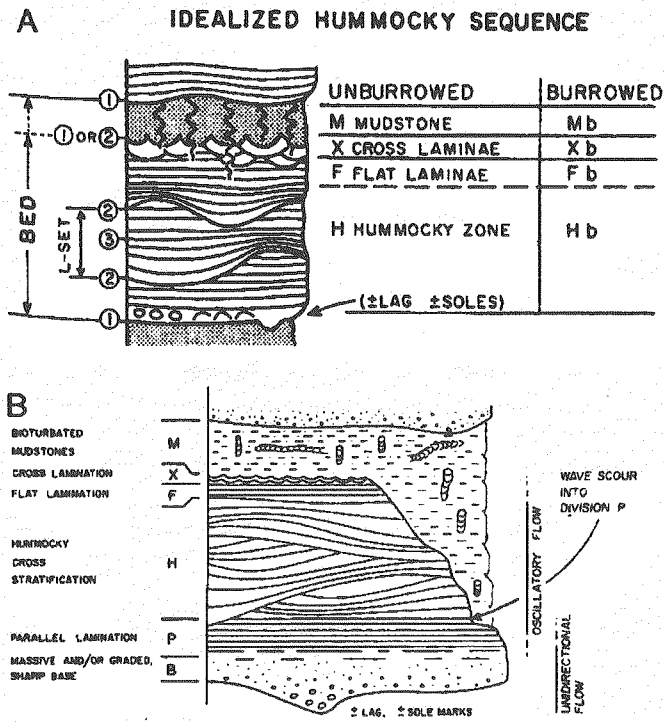


図 30 HCS シーケンス・モデル。
 A : Dott and Bourgeois (1982).
 B : Walker et al. (1983).

図 7.3-10 堆積環境参考図：ハンモッキー斜交層理シーケンスモデル (増田 (2001)より抜粋)

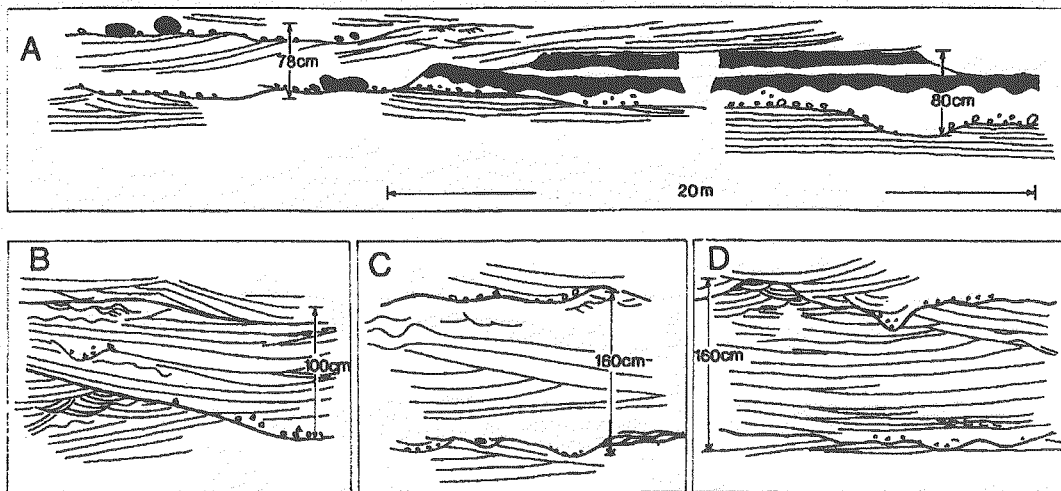


図 36 内湾の HCS 砂層にみられる堆積ユニット。
 A : 黒色は粘土層，その下位は粗粒デューン構造；
 B・D : 第 1 次面の侵食面の直下にウェーブリップ
 葉理が削り残されている。茨城県更新統下総層群。

図 7.3-11 堆積環境参考図：内湾のハンモッキー斜交層理の堆積ユニット (増田 (2001)より抜粋)

8. まとめ及び課題

今回の岩芯再観察により、「部層」単位及びさらに細分した岩相区分がほぼ明らかになるとともに、本郷累層を認定することが出来た。しかしながら、月吉層については、既存文献において岩相的に上面境界の明確な区分根拠が示されていないこと、下面境界は漸移的でやや明瞭さに欠けることから、月吉層の上下面の認定については今後なお検討の余地がある。

したがって、月吉層の上下面境界の精度をより高めるためには、立坑壁面での詳細観察はもちろんのこと、糸魚川(1980)に基づく補足露頭調査が必要であるため、植生等を考慮し来春までを目途として補足露頭調査を行う予定である。

なお、立坑の地質状況については、これまでの壁面観察（主立坑：～G.L. -51.5m, 換気立坑：～G.L. -45.5m）から、両立坑とも近傍のMSB-2号孔及びMSB-3号孔とほぼ同様の岩相を示しており、主立坑は月吉層下部の細礫岩下面付近、換気立坑は月吉層の泥質砂岩下面付近まで到達していることを確認している。

また、今回、堆積環境及び瑞浪層群発達史を推定したが試案の段階であるため、今後、問題点を抽出し精度を高めるためには、シーケンス層序学に見識のある学識経験者へのコンタクト及び相談が必須である。

9. 今後の予定

今後、立坑のこれまでの観察結果及び来年2月以降の観察結果、ならびに別途実施中の微化石分析データ（珪藻,有孔虫）も合わせて評価し、立坑と岩芯のデータを相互にフィードバックしながら検討を行い、随時、研究所用地の地質層序の見直し及び精度向上を図る。

なお、シーケンス層序学的観点からの検討については、学識経験者との意見交換等を通して精度の向上を図り、H17年度中を目途に総合的なとりまとめを行う予定である。

10. 参考文献

- Hiroki, Y. and Matsumoto, R. (1999) : Magnetostratigraphic correlation of Miocene regression-and-transgression boundaries in central Honshu, Japan, Jour. Geol. Soc. Japan, vol. 105, pp. 87-107.
- 細山光也(2002) : 瑞浪層群明世累層山野内層最上部の凝灰岩層, 名古屋地学, no. 64, pp. 26-31.
- 細山光也・氏原 温(2000) : 岐阜県瑞浪層群および可児層群(中新統)の凝灰岩層序, 日本地質学会第107年学術大会講演要旨, pp. 241
- 保柳康一・公文富士夫・松田博貴(2004) : 堆積物と堆積岩, フィールドジオロジー3, 共立出版, 171p.
- 糸魚川淳二(1974) : 瑞浪層群の地質, 瑞浪市化石博物館研究報告, no. 1, pp. 9-42.
- 糸魚川淳二(1980) : 瑞浪地域の地質, 瑞浪市化石博物館専報, 第1号, pp. 1-50.
- 伊藤 慎(1998) : 堆積構造の見方, 深田研ライブラリー12, 深田地質研究所, 60p.
- Kumazaki, N., Ikeda, K., Goto, J., Mukai, K., Iwatsuki, T. and Furue, R. (2003) : Synthesis of the Shallow Borehole Investigations at the MIU Construction Site, JNC Technical Report, JNC TN7400 2003-005,
- 増田富士雄(編)(2001) : 波浪堆積構造, 堆積構造入門シリーズ(1), 堆積学研究会, 176p.
- 三浦健一郎・七山 太・内海 実・杉山雄一・安原盛明・横山芳春・北田奈緒子・竹村健二(2002) : 新淀川群列ボーリングコアの高精度解析に基づく上町断層の完新世活動性評価, 活断層・古地震研究報告, no. 2, pp. 109-123.
- 太田久仁雄・竹内真司・池田幸喜・堀本誠記・天野健治・熊崎直樹・松岡稔幸・藪内聡・藤田有二・岩月輝希・古江良治(2003) : MIZ-1号孔試錐調査(第1/2フェーズ)結果速報, 瑞浪超深地層研究所内部資料, Technical Note 03-08.
- 柴田 博・糸魚川淳二(1989) : 瀬戸内区と古瀬戸内海, アーバンクボタ, no. 28, pp. 2-9.
- 平 朝彦(2004) : 地層の解説, 地質学2, 岩波書店, 441p.
- 氏原 温・入月俊明・細山光也(1999) : 岐阜県東濃地域の第三系. 日本地質学会第106年学術大会見学旅行案内書, pp. 97-116.
- 八木下晃司(2001) : 岩相解析および堆積構造, 古今書院, 222p.