

鳥取市国府町宮下における普含寺泥岩層の層序と魚類化石

平尾和幸¹・矢野孝雄²・上野輝彌³・藪本美孝⁴・青木建諭⁵

¹ 〒 680-001 鳥取市東町 2 丁目 2 -124 鳥取県立博物館

² 〒 680-8551 鳥取市湖山町南 4 丁目 101 鳥取大学地域学部

³ 〒 169-0073 東京都新宿区百人町 3-23-1 国立科学博物館

⁴ 〒 805-0071 北九州市八幡東区東田 2-4-1 北九州市立自然史・歴史博物館

⁵ 〒 811-1346 福岡市南区老司 3-37-1 福岡市立老司中学校

¹E-mail: hirao-k@pref.tottori.jp

Stratigraphy and fossil fishes of the Fuganji Formation at Miyanoshita, Kokufu-cho, Iottori, Japan

Kazuyuki HIRAO¹, Takao YANO², Teruya UYENO³, Yoshitaka YABUMOTO⁴ and Tateyu AOKI⁵

¹ Tottori Prefectural Museum, Higashi-machi 2-124, Tottori, 680-0011 Japan

² Faculty of Regional Sciences, Iottori University, Koyama-cho Minami 4-101, Iottori, 680-8551 Japan

³ National Science Museum, Tokyo, Hyakunin-cho 3-23-1, Shinjuku-ku, 169-0073 Japan

⁴ Kitakyushu Museum of Natural History & Human History, Higashida 2-4-1, Yahatahigashi-ku, Kitakyushu-shi, 805-0071 Japan

⁵ Rouji Junior High School of Fukuoka city, Rouji 3-37-1, Minami-ku, Fukuoka-shi, 811-1346 Japan

はじめに

鳥取県鳥取市国府町宮下(2004年11月1日に鳥取県岩美郡国府町は鳥取市と合併)では、江戸時代にも魚類化石産出の記録が残るほどの魚類化石産地で、鳥取県立博物館には多くの標本が収蔵されている。しかしその多くが種未定であったため、1997年から3カ年かけて、館蔵魚類化石の同定を国立科学博物館名誉研究員上野輝彌博士を中心とするグループに依頼し、調査を行った。それによりミヤノシタサツバ *Sardinella miyanoshitaensis*(佐藤・上野, 1999), ミヤノシタシヤモ *Spirinchus akagi*(上野・坂本, 1999), イナバケツギョ *Inabaperca taniurai*(藪本・上野, 2000)が新種として記載された。しかし、これら以外にも種のわからない魚類化石が少なくとも6種以上存在することが判明し、研究を進めていくためには、より完全な標本が必要であった。また、魚類化石産地としては有名であっても産出地の層序及び地質年代については詳細な調査が不十分であったので、鳥取県立博物館では「化石産地調査事業」を立ち上げ、2002年度から3年間かけて鳥取市国府町宮下の化石産地所有者である宮下生産森林組合の特別の了解を得て、化石調査及び周辺の地層調査を行うこととした。この報告は「化石産地調査

事業」の3年間の調査経緯及び現段階で得られている調査結果について報告するものである。なお、化石及び地層に関する調査結果の考察については、未処理の部分が多く、事業後も継続して調査研究していく予定である。したがって、本事業の最終的な報告については、化石調査研究及び地層調査の考察が進展した段階で報告することとしたい。



図1 調査地の位置

調査の方法等について

「化石産出地調査事業」の魚類化石採集と魚類化石種の調査については、国立科学博物館名誉研究員上野輝彌、北九州市立自然史・歴史博物館藪本美孝、福岡市立老司中学校教諭青木建諭が担当し、鳥取市国府町宮下及び周辺の普含寺泥岩層の層序及び年代等の調査は、鳥取大学教授矢野孝雄が担当した。事業全般にわたっては、鳥取県立博物館自然係長平尾和幸が担当した。

【化石採集と化石調査】

鳥取市国府町宮下の魚類化石産地(図1; 以下、化石産地とする)は、今まで土地所有者の許可を得ない化石乱獲の被害を受け、化石産地露頭は荒らされていた状態であった。このため、この調査以前は化石採集をすることが禁止されていた。また、化石産地が保安林内に位置していたこともあり、鳥取県立博物館は宮下生産森林組合と協議して、化石採集後に同産地露頭を現状通り修復することや、植林等を施すことを約束し、化石調査を行う許可を得た。調査にかかる日程は化石産出地が今までの聞き取り調査で狭い範囲に限定されるということ、化石産出地付近の狭い道路事情、指導者の協力を得やすい時期等を総合的に考慮して、できるだけ少ない日程でしかし集約的に採集が行うことができるようにした。具体的には3年間の各年度の夏季の7日間のみに採集日程を設定した。この化石採集に当たっては、今まで採集されている未記載の標本より保存状態がよくしかも体全体が完全に残っている化石を得ること、最も多く産出しているミヤノシタサツバ、その次に多く産出しているミヤノシタシシャモが宮下の露頭のどの位置で産出するか、魚以外の動物や植物化石がどのように見つかるか等を主目的として行った。

【地層調査】

魚類化石を産出する国府町宮下の露頭は、鳥取層群普含寺泥岩層に相当すると考えられている。鳥取層群は研究者によって層序等見解が異なるが、鳥取県(1966)、鳥取グリーンタフ団体研究グループ(1989)、松本(1991)は普含寺泥岩層を植物化石を多産する淡水層とその上位にある海棲化石を産する海成層とをまとめて一つの層としている。また、赤木ほか(1992)では化石産出地露頭は、普含寺泥岩層の中でも浅海域の堆積層にあたり、直下の淡水層では台島型の植物化石を産出している。化石産出地である宮下の普含寺泥岩層の年代は、詳細にはわかっていないが、鳥取層群内の層序で新生代第三紀中新世中期ではないかと考えられている。今回の調査では上記の報告等の今まで考えられていたことについて再調査し、化石産出地露頭の年

代を決める手がかりの発見、化石産出層の詳細な層序及び化石産地のどの層準でどのような魚類化石を産出するかの確認、魚類化石の堆積環境を示す証拠の発見等を目的として行った。

地質調査及び周辺の露頭について

【魚類化石産出地の計測及びトレンチ】

「化石産出地調査事業」での化石採集に先立ち、化石産出地の調査範囲の露頭の計測を行った。計測は2002年7月29日の1日で行い、この計測については鳥取大学小玉芳敬博士の指導を仰いだ。この露頭は幅約10m、長さ約15mの緩やかな勾配をもつ斜面(図2)である。調査範囲の計測後、露頭の層序を調べるトレンチ調査を行った(図3~5)。トレンチの区間は斜面頂上から道路までである。この作業は露頭計測後の2002年7月30日から8月1日の3日間で行った。トレンチは露頭の層理面に直交して上から下向きに行ったが、化石産地の露頭が乱獲によって消失している部分があったので、1本の連続した計測にはならなかった(図5)。しかし、隣接する露頭で同水準の層理を見つけることができ、連続させて調査していくことができた。トレンチにより露頭の岩質は灰色頁岩、ラミナ互層(シルト/細粒砂岩)、細粒砂岩、凝灰質細粒砂岩等が交互に堆積していることがわかった。また、黒色の有機質の粘土岩を狭在していることや、級化構造を示す細粒砂岩礫層が認められた。トレンチによる調査地の層序は付図のとおりである。



図2 調査前の斜面



図3 トレンチ調査



図4 調査地の作業範囲

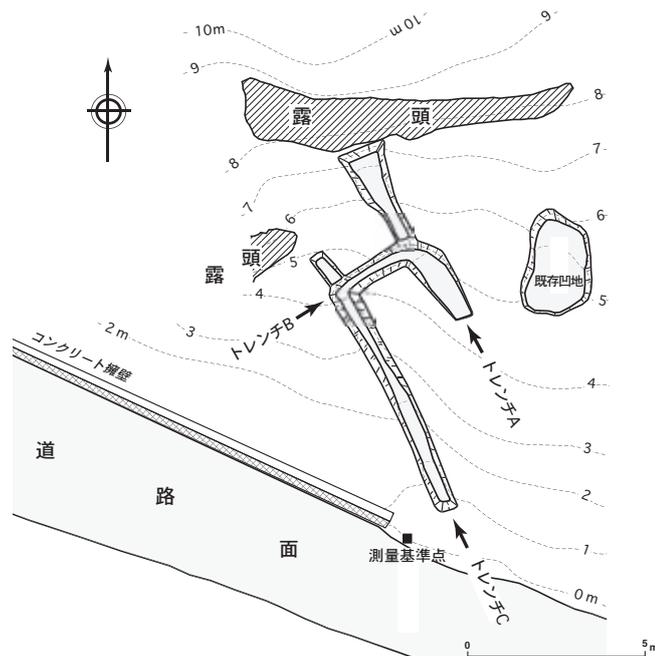


図5 トレンチ位置

【年代決定の手がかり】

鳥取層群普含寺泥岩層は、高安ほか(1992)等の報告にもあるとおり、新生代第三紀中新世中期と考えられている(図6)。しかし、化石産出地付近の年代については今まで詳細な調査が行われていなかった。そこで、今回化石産地露頭のトレンチ調査によって見つかった凝灰岩層から、ジルコンを抽出することによって、フィッシュトラック法による年代測定(FT年代測定)を行い、堆積年代を調べることにした。年代測定は4地点で行った(図7)。4地点は化石産地が2地点、それ以外の地点が2地点である。年代測定にかかる化石産地での凝灰岩類の採集箇所は、FT調査地点(黄白色凝灰質中粒砂岩層,2002年8月と2003年8月採集),FT調査地点(黄褐色細粒凝灰岩層,2004年8月採集)である(FT調査はFT調査の上位に位置する)。他の2地点はFT調査地点(鳥取市国府町鷲山古墳北西の林道露頭),FT調査地点(稲葉山山頂北東の露頭)である。この2地点は、2004年3月から2004年10月にかけて宮下周辺の露頭でFT年代測定のための凝灰岩及び火山灰を含む層を調査した中から、測定可能な2カ所を選んだものである(測定にかかるジルコンを多く含み、FT年代測定にとってよい条件の露頭は少なかった)。FT年代測定については(株)京都フィッシュ・トラックに委託した。以下は同社の報告をもとに記載する。測定方法は、ジルコンの自然外部面および内部研磨面を利用した外部ディテクター法(ED2およびED1: Danhara et al., 1991, 2003)を採用した。外部面を用いる場合、トラックの識別が容易であること、内部面を用いる場合では磨耗した結晶でも測定対象にできることなどそれぞれ長所がある。今回の4地点の測定試料が含むジルコン結晶は、自形で平滑な外部面を

保持していたためED2法で分析を行った。1試料(FT調査地点)については、外部面に通常見られない短いトラックが観察されたため、ED1法も併用し比較した。年代較正は、国際地学連合(IUGS)から出されたFT年代測定の標準化に関する勧告(Hurford, 1990a,b)に従い、年代標準試料に基づくゼータ較正で行った。なお、各試料のジルコンのエッチング条件は次の通りである: KOH+NaOH 共融液(225℃), 27時間(FT調査地点), 38時間(FT調査地点)。表1に、年代測定結果一覧および各試料についての測定結果の総合評価を示す。この結果については、詳細に検討できていないが、図6に示すとおり魚類化石産出層の年代を新生代第三紀中新世中期の16Ma前後と予想していたが、今回の測定ではFT調査地点では $22.1 \pm 1.2\text{Ma}$ (ED2), FT調査地点では $20.5 \pm 1.1\text{Ma}$ (ED2), $16.8 \pm 0.8\text{Ma}$ (ED1)の値を得た。資料評価や測定結果を総合的に考えると、FT調査地点のED1法による年代結果が、鳥取市国府町宮下の魚類化石産出地の年代として妥当であると考えられる。また、今までの層序関係予想ともほぼ一致する。FT調査地点の結果は、普含寺泥岩層の下位に位置する河原火山岩層の影響を受けた堆積物によるのではないかと考え得る。しかし、結果については、もう少し慎重に考察する必要がある。今回はこの結果のみの報告としたい。

また、FT調査地点は、鳥取市国府町の鷲山古墳北西の林道露頭で宮下の化石産出層の層順と近い露頭である。ここでは、 $18.6 \pm 1.7\text{Ma}$ の年代が得られた。FT調査地点は普含寺泥岩層の分布地とは異なる稲葉山山頂北東の地点で、ここでは $2.89 \pm 0.14\text{Ma}$ の値を得た。これは、稲葉山での火山活動の年代がそのまま得られたものと判断できる。

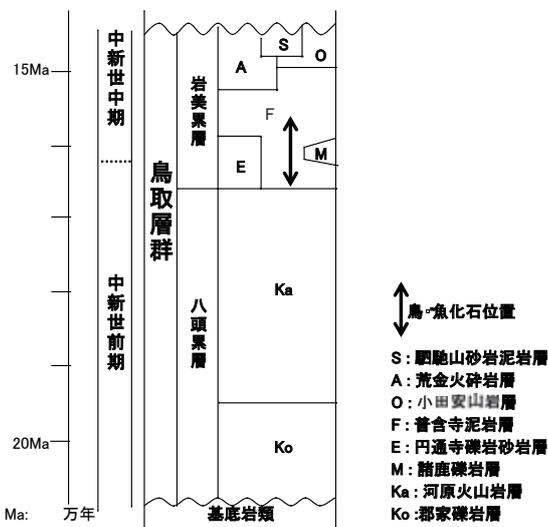


図6 普含寺泥岩層層序 (高安克己ほか(1992),松本(1991a),松本(1991b)をもとに作成)



図7 FT調査地点

表1 フィッション・トラック年代測定結果一覧表

試料名	測定 鉱物	測定 方法	結晶 数 (個)	自発核分裂飛跡 (cm^{-2})	飛跡 N_s	誘発核分裂飛跡 (cm^{-2})	飛跡 N_i	熱中性子線量 ($\times 10^{14} \text{U11}^{-2}$)	相関 係数 r	2 検定 Pr(2) (%)	ウラン 濃度 (ppm)	年代値 (Ma)		
												Age ± 1	Age ± 1	
FT 調査 地点	Zr	ED2	26	1.35×10^6	676	1.82×10^6	910	8.571	4388	0.864	8	200	22.1	± 1.2
FT 調査 地点(全粒子)	Zr	ED2	30	1.49×10^6	804	1.81×10^6	977	8.571	4388	0.694	0	200	24.4	± 1.2
FT 調査 地点	Zr	ED2	29	6.86×10^5	621	1.01×10^6	917	8.742	4476	0.540	47	110	20.5	± 1.1
FT 調査 地点(全粒子)	Zr	ED2	30	8.38×10^5	775	1.08×10^6	1001	8.742	4476	0.918	0	120	23.4	± 1.2
FT 調査 地点 ED1	Zr	ED1	21	2.11×10^6	1259	1.69×10^6	1011	7.106	3638	0.699	6	220	16.8	± 0.8
FT 調査 地点	Zr	ED2	26	4.49×10^5	190	7.30×10^5	309	8.739	4474	0.744	79	80	18.6	± 1.7
FT 調査 地点(全粒子)	Zr	ED2	30	1.19×10^6	575	9.28×10^5	450	8.739	4474	0.857	0	100	38.6	± 2.5
FT 調査 地点	Zr	ED2	29	4.52×10^5	577	4.74×10^6	6044	8.735	4472	0.806	16	510	2.89	± 0.14
FT 調査 地点(全粒子)	Zr	ED2	30	4.54×10^5	611	4.63×10^6	6238	8.735	4472	0.758	3	500	2.97	± 0.14

(1)測定鉱物 Zr:ジルコン, Ap:アバタイト, Sp:スフェーン (6) $P(\chi^2)$: χ^2 値の自由度 (n-1) の χ^2 分布における上側確率 (Galbraith, 1981)

(2)測定方法: 外部ディテクター法(内部面: ED1, 外部面: ED2) (7)年代値: $T = (1/\lambda) \ln [1 + (\lambda/\lambda_0) \cdot (N_s/N_i)]$ (ED1は $\lambda_0 \times 1/2$)

(3)熱中性子線量ガラス: NIST-SRM612 (8)誤差: $\sigma_T = T \times [1/\lambda + (N_s/N_i)^2 + (N_i/N_s)^2]^{1/2}$

(4)照射場所: 日本原子力研究所 JRR-4 号炉 気送管 (9) ^{238}U の全壊変定数: $\lambda_0 = 1.55125 \times 10^{-10} \text{yr}^{-1}$

(5)r: r_s と r_i の相関係数 (10) $\sigma_{ED1} = 380 \pm 3$; $\sigma_{ED2} = 347 \pm 3$ (Danbara et al., 2003)

	試料評価	測定結果
FT 調査 地点	本試料は凝灰質泥岩で、年代測定に適した試料とは言い難い。本試料はジルコン結晶を豊富に含む (>10000 粒/2.35kg) が、大部分が褐色または紫色を呈し、高い自発 F T 密度をもつことから古い粒子年代をもつ結晶群と考えられた。その他に赤色を帯びた自形結晶が極微量含まれ、これらは自発 F T 密度が低く相対的に若い粒子年代をもつと推定された。そこで、採取された試料を全量処理し、抽出された 10000 粒子以上のジルコン結晶から赤色を呈する結晶を選別し、測定を行った。	測定対象とした 30 粒子データは、20Ma 付近に大きな年代ピークをもち、古い方にはばらつきがみられた。測定粒子中、最も古い粒子年代 (70Ma) をもつ粒子は抽出結晶の大部分を占める褐色結晶を代表して測定したものである。全粒子データで 2 検定に失格 (有意水準 5% 以下) することから、測定粒子中に外来結晶が混在すると判断され、粒子年代の古い結晶から順に除外した。その結果 4 粒子除外したところで検定に合格 (有意水準 5% 以上) したため、残る 26 粒子を同一年代集団に属するものとみなし報告値 (22.1 \pm 1.2Ma) を算出した。しかしながら、測定対象とした粒子グループは全体の 0.2% 程度を占めるにすぎず、この粒子グループも再堆積による外来結晶である可能性も十分にあり、本値の取扱いには注意が必要である。
FT 調査 地点	本試料は細粒凝灰岩で、赤褐色を呈する均質な自形ジルコン結晶を豊富に含む (1000 粒/0.5kg)、良好な F T 年代測定試料と判断された。しかし、結晶外部面には通常見られない短いトラックが観察される点に注意が必要である。よって結晶外部面 (ED2 法) と内部研磨面 (ED1 法) で測定を行い比較した。	ED2 法で測定対象とした 30 粒子データは、20Ma 付近に大きな年代ピークをもち、明らかに古い粒子年代 (約 55Ma) をもつ結晶も 1 粒子含まれた。全粒子データでは 2 検定に失格するため、55Ma の 1 粒子を外來結晶として除外すると、データのまとまりは改善され検定にも合格した。したがって残る 29 粒子を同一年代集団に属するものとみなし報告値 (20.5 \pm 1.1Ma) を算出した。しかしながら、測定対象とした結晶外部面には短いトラックが観察され、これらが結晶外のウランから生じたトラック (外部効果) が、本凝灰岩の形成以降、なんらかの著しい再加熱によって短縮化したトラックかで解釈が分かれる。本地域 (本測定試料付近) において貫入岩や熱水変質など明らかな再加熱イベントを示す地質学的証拠がないことからジルコン外部面にみられる短いトラックは外部効果の可能性が高いと判断された。一方、ED1 法で測定対象とした 21 粒子データは、単一の年代ピークをもち、 2 検定にも合格した。したがって全測定粒子を同一年代集団に属するものとみなし ED1 年代値 (16.8 \pm 0.8Ma) を算出した。ED2 年代値 (20.5Ma) と ED1 年代値 (16.8Ma) は 2 の誤差範囲では差があるとは言えないが、上述のように外部効果の影響を受け ED2 年代の方が古めになっていると解釈できることから、ED1 年代が本凝灰岩の形成された年代として妥当と判断される。
FT 調査 地点	本試料は軽石凝灰岩で、褐色を呈する均質な自形ジルコン結晶を含み (150 粒/0.5kg)、自発 F T 密度の大小から明らかに 2 つのグループに識別が可能であった。そのため相対的に自発 F T 密度の低い結晶グループを本質結晶とみなし、測定を行った。	測定対象とした 30 粒子データは、20Ma 付近に大きな年代ピークをもち、明らかに古い粒子年代 (約 60-90Ma) をもつ結晶も 4 粒子含まれた。全粒子データでは 2 検定に失格 (有意水準 5% 以下) することから、測定粒子中に外来結晶が混在すると判断され、粒子年代の古い結晶から順に除外した。その結果 4 粒子除外したところで検定に合格 (有意水準 5% 以上) したため、残る 26 粒子を同一年代集団に属するものとみなし報告値 (18.6 \pm 1.7Ma) を算出した。測定対象とした結晶外部面のトラック長には短縮化がなく、本値は本凝灰岩の形成年代を示すと判断される。
FT 調査 地点	本試料は軽石凝灰岩で、赤色を呈する粗粒で均質な自形ジルコン結晶を豊富に含む (2000 粒/0.5kg)、良好な F T 年代測定試料と判断される。	測定対象とした 30 粒子データのまとまりはよいが、 2 検定には失格した。均質な試料であってもボアソン変動のため 2 検定に失格する場合があるが、本試料の場合、最も古い粒子年代をもつ結晶 (5.3Ma) に通常観察されない短いトラックがみられたことから、この粒子を異常な結晶と判断し除外した。その結果 2 検定に合格し、残る 29 粒子を同一年代集団に属するものとみなし報告値 (2.89 \pm 0.14Ma) を算出した。報告値は結果的に全粒子の年代値とほとんど変わらない年代 (約 3Ma) であった。測定対象とした結晶外部面のトラック長には短縮化がなく、本値は本凝灰岩の形成年代を示すと判断される。

化石採集の状況及び採集した化石について

化石採集は調査地のトレンチ調査と並行して、初年度は2002年7月30日から8月2日にかけて試掘という形で化石層を探し出す作業を行った(図8)。露頭はかなり掘り尽くされており、化石を含む層を見つけるには時間を要した。この試掘では、今まで化石は見つからないと考えていた露頭上部の化石層Aで魚類化石の採集ができた。保存状態はきわめて悪いが、これが試掘で最初に見つけた化石層である。2002年8月1日には露頭をかなり掘り進み、ミヤノシタサツバ *Sardinella miyanoshitaensis* を多産する層を突きとめた。この層はシルト/極細粒砂岩のラミナ互層で、この層からは折り重なるように密集した状態でミヤノシタサツバを採集できた。魚類化石一覧中のミヤノシタサツバはこの層の前後で産出したことになる。初年度はミヤノシタサツバの多産層を突きとめただけで終わり、調査最終日には露頭を元に埋め戻す作業を行い、次年の夏まで露頭が荒れないように簡易養生を行った。

2003年度は2002年度の続きとして、ミヤノシタサツバ多産層での本格的採集を2003年8月6日から8月11日まで行った。化石の出る場所は前年に突きとめていたが、台風等の影響で雨が続き、化石採集自体は難航した。そのため、宮下での作業を中断し、国府町役場(現鳥取市国府町総合支庁)に採集した化石を含む岩石ブロックを運び、割り出す作業等を行った。このような中で、8月9日ミヤノシタサツバ多産層の約25cm下のシルト/極細粒砂岩のラミナ互層で、アジア最古となるスズメ目化石を発見した(Kakegawa and Hirao, 注2003)。この発見は台風10号が鳥取地方に接近中の風雨の中でおこなわれた。青木建諭が化石の一部を見つけ、藪本美孝がその一部に残っていた鳥の足を認めたことで、急遽化石を掘りだした周囲の岩石及び化石を含むと思われる岩石全体の採集に取りかかった。しかし、すでにスズメ目の化石を含む岩石は風化してブロック状に割れており、その中で取りだすことが可能なもののみを全て採りだした。2003年度の夏の調査は、このような状況であったので、現地での魚類化石採集は限られたものとなった。

2004年は8月2日から8月8日にかけて採集を行った。調査の最後の年でもあり、ミヤノシタサツバ多産層より下位の層を精力的に掘り出した。その結果ミヤノシタシシャモ *Spirinchus akagii* を多産する層を発見した。ミヤノシタシシャモの多産層は暗灰色のシルト岩層である。また、8月7日にはミヤノシタシシャモより下位の層にスズキ目の化石(図版2-7)を発見した。この化石はスズメ目化石以上に風化が著しく、取り出

しには時間を要した。詳細な同定はできていないが、ケツギョ科の可能性もあり、この化石の同定については今後の調査に残しておきたい。

以上、3年連続の夏季の採集経緯を述べたが、館蔵化石の状況から推定できたように、圧倒的にミヤノシタサツバの個体数が多く、それに続いてミヤノシタシシャモが多い状況がはっきり認められた。また、両化石を多産する層は同一層ではなく、ミヤノシタサツバ多産層の方がミヤノシタシシャモ多産層より上位にあることがわかった。また、数は少ないものの12点のハゼ科の化石を両多産層付近で採集できた。同一層準で複数のハゼ科化石の存在は認められなかった。また、トトリピラメ、ホタルジャコ科、スズキ目、サバ科、イソギンボ科等の化石をミヤノシタサツバの多産層付近で採集できたが、個体数が少なく層序的な関係についてはわからなかった。今回の調査で当初期待していたトトリヒイラギ *Leiognathus tottori*、キュウリウオ目ニギス亜目、大型のサバ科、大型の櫛鱗等の魚類化石については採集できなかった。これは、今までの乱獲の影響か化石自体がもともと少なく、偶然に見つかったものなのか現段階では判断できない。付表には、今回の採集で鳥取県立博物館に登録した魚類化石のうち目以上の分類でわかったものの一覧を掲載する。このうち採集した主な魚類化石は図版1,2のとおりである。

植物化石は、数は少ないものの魚類化石を産出するところではほぼ採集することができた。化石自体の保存状態はよくなく、葉の全容がはっきりしたものは少ない。双子葉類の化石が中心である。これらの同定についても、今後進めていきたい。

貝類化石、甲殻類化石、生痕化石については、この3回の調査では全く発見できなかった。これは、魚類化石産出露頭の地層が底生生物が生息しない環境下で堆積したものと判断でき、堆積環境を考える指針となりうる。

終わりに

今回の3年間の調査の結果については考察すべき課題が多く、本報告は十分な考察が行えていなく、まだ研究の緒に就いたという感じである。しかし、ハゼ科やイソギンボ科をはじめ確実に今までに報告のない化石が採集できたので、今後もねばり強く研究を推進させていきたい。

3年間の「化石産出地調査事業」は、当館にとって初めてといえる化石採集の調査事業であった。化石産出地の所有者のご理解と御協力がなければ実現できな



図8 化石採集の様子

かった調査とも言える。とかく化石採集は土地所有者にとって迷惑なことであり、百害あって一利もなしというのが現状であるので、何とか今後の調査を進展させ、鳥取市国府町宮下の学術的意義を明らかにしていきたい。

謝 辞

この報告を行うにあたり、「化石産出地調査事業」推進のために尽力していただいた元宮下生産森林組合長中嶋益雄氏に厚く感謝申し上げます。また、化石調査にあたり鳥取大学名誉教授赤木三郎博士、元国府町立国府中学校校長出脇敏明氏、鳥取大学助教授小玉芳敬博士に多大なる御助言・御指導をいただいた。また、元国府町教育委員会津川ひとみ氏には、調査全般にわたり多大なる御協力、御援助をいただいた。ここに記して厚く御礼申し上げます。化石採集補助に当たってくれた青木孝之君、鳥取大学学生山本緑山君、轟裕明君、田代圭佑君、浅野弦一君、阿部秀純君、吉田建設株式会社には夏季の作業にもかかわらず献身的に作業していただき、円滑に採集が行えたことに感謝申し上げます。

また、地層年代測定にあたり(株)京都フィッシュン・トラック社には、年代測定に関わる多くの情報をいただいたことに御礼申し上げます。

引用文献

- 赤木三郎・有田浩子・能登美音(1992) 鳥取層群泥質岩相の推積環境 - 普含寺泥岩相の層相変化について . 地質学論集 37: 189-199 .
- Danhara, I., Iwano, H., Yoshioka, I., and Isuruta, I. (2003) Zeta calibration values for fission track dating with a diallyl phthalate detector. *Journal of Geological Society of Japan*, 109(11): 665-668.
- Danhara, I., Kasuya, M., Iwano, H. and Yamashita, I. (1991) Fission-track age calibration using internal and external surfaces of zircon. *Journal of Geological Society of Japan*, 97: 977-985.
- Hurtford, A. J. (1990a) Standardization of fission track dating calibration: Recommendation by the Fission Track Working Group of the I. U. G. S. subcommission of Geochronology. *Chem. Geol.* 80: 171-178.
- Hurtford, A. J. (1990b) International Union of Geological Sciences subcommission on Geochronology recommendation for the standardization of fission-track dating calibration and data reporting. *Nucl. Tracks radiat. Meas.* 17: 233-236.
- 松本俊雄(1991a) 鳥取市北東方地域の中新統層序と中期中新世の火山活動 . 地質学雑誌 97(9): 697-712 .
- 松本俊雄(1991b) 砕屑岩類の起源から見た鳥取 - 津山地域の前期中新世末 ~ 中期中新世古地理 . 地質学雑誌 97: 817-833 .
- 高安克己・山崎博史・上田哲郎・赤木三郎・松本俊雄・野村律夫・岡田昭明・沢田順弘・山内靖喜・吉谷昭彦(1992) 山陰地方の中新統層序と古地理 . 地質学論集 37: 97-116 .
- 鳥取グリーンタフ団体研究グループ(1989) 鳥取市南東方に分布する鳥取層群の層序と構造 . 地団研専報 36: 85-104 .
- 鳥取県(1966) 10万分の1鳥取県地質図及び同説明書 . 鳥取県, 109 pp .
- 上野輝彌・平尾和幸編(2000) 鳥取県岩美郡国府町宮下産魚類化石目録, 鳥取県立博物館 .
- 上野輝彌・坂本一男・藪本美孝・須田有輔・平尾和幸(1999) 鳥取県国府町宮下の中期中新世の魚類三種の記載とその意義 . 鳥取県立博物館研究報告 36: 1-23 .
- Takegawa, Y. and Hirao, K. (2003) A Miocene Passeriform Bird from the Iwami Formation, Iottori Group, Iottori, Japan. *Bulletin of the National Science Museum, Series C* 29: 33-37.