

秋田県男鹿半島安田の後期更新統潟西層から得られたスケトウダラの耳石

大江 文雄*・渡部 晟**・渡部 均***

A large otolith of Alaska pollock *Gadus chalcogrammus* from the late Pleistocene Katanishi Formation, Anden, Oga Peninsula, Akita Prefecture

Fumio Ohe*, Akira Watanabe** and Hitoshi Watanabe***

キーワード：スケトウダラ 耳石 後期更新世 潟西層(安田砂部層) 男鹿市 秋田県

Key words : *Gadus chalcogrammus*, otolith, Late Pleistocene, Katanishi Formation, Oga City, Akita

Abstract

A large otolith of Alaska pollock *Gadus chalcogrammus* Pallas, with unwounded shape, was described from the bed of the Anden sand Member of the late Pleistocene Katanishi Formation forming abrasion cliff at the Anden coast of Oga Peninsula, Akita Prefecture.

This otolith (left sagitta) was found from the bed of a fine grained sand with no-bedding above the Toya tephra (109Ka, Tomiya & Miyagi, 2020) embedding in its Member, and the character in its shape was compared by those of otoliths of the recent species, and two fossil species (Ohe, Watanabe & Suzuki, 2011; Ohe & Watanabe, 2018) which were previously reported from the lower fossil bed of the Shibikawa Formation (Shuto, *et al.*, 1977; 448Ka~255Ka, Shirai *et al.*, 1997) and the Wakimoto Formation (600Ka~400Ka, Kano *et al.*, 2011). As the result of comparison, it is concluded that this fossil otolith is evidently same as the largest of the recent species.

1 はじめに

日本海に突き出た男鹿半島の安田海岸（男鹿市五里琴川～男鹿中）では前期～後期更新統からなる高さ 20m 以上の海食崖が北東から南西に 500m ほどに延びており、男鹿半島・大潟ジオパークのフィールドとして地形的景観と共に地層に挟在する貝化石層、テフラ等の地史的自然遺産を保持した模式地となっている。各地層に含まれる貝化石群集は当時の古暖流・寒流の影響を受けていて、ここに報告するスケトウダラ耳石と先に報告された鮪川層のマダラ耳石（大江・渡部・鈴木, 2011）並びに脇本層のスケトウダラ耳石（大江・渡部, 2018）は魚類群集の立場からも各層の堆積時に冷水域あるいはその影響があったことを証左している。潟西層の耳石はこのほか大きく、良く保存されており現生種の耳石とその相違を論じることができる。今回、脇本層－鮪川層－潟西

層の各層からタラ属（*Gadus*）耳石の産出が明らかになり、連続する時系列の中で各層から更に多くの同属耳石の産出が予測され、北太平洋でのタラ科魚類の古生物学的変遷を明らかにする可能性を示唆している。

2 耳石化石産地の層序と貝類化石

耳石化石の産地は秋田県男鹿市五里合安田海岸の海食崖で、39°58' 19"N, 139°50' 52"Eの地点である（図1）。この海食崖には下位から北浦層、脇本層、鮪川層（前～中期更新世）、潟西層、五里合層（後期更新世）が露出し、西方から東方へと順次累重している（図2）。鮪川層と潟西層、潟西層と五里合層の関係はいずれも不整合であり、それ以外の関係は整合である（白石・竹内, 1999；白石, 2000；鹿野ほか, 2011）。

耳石化石が発見された潟西層は厚さが約 30m

*奈良文化財研究所客員研究員, **潟上市天王字長沼110-3, ***秋田県立博物館

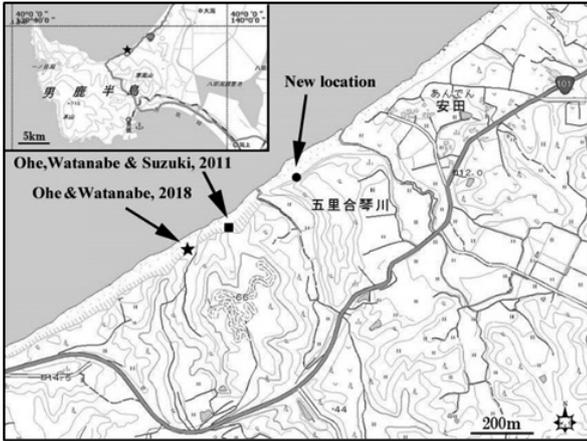


図1 スケトウダラ耳石化石の産地 (●)

★, ■ : 今回以前に報告されたタラ属 2 種の耳石産地
地理院地図を使用した

で、地質時代は約 150Ka ~ 90Ka の間に対比できる (鹿野ほか, 2011)。基底部の約 0.6m は貝化石密集層であるが、その上位 10m は無層理細粒砂からなる。貝化石密集層を含む無層理細粒砂層は安田層と定義され (北里, 1975)、渦西層の下位の地層とされていたが、模式地の渦西層に挟まれる洞爺テフラ (Toya : 町田ほか, 1987) を挟むことから、白石・竹内 (1999) により渦西層中の沖浜堆積相であるとして安田砂部層と再定義された。安田砂部層は全体に貝化石が散在し、生痕も普遍的に含まれている。今回の耳石は Toya の数 10cm 上位の露頭面に貼りついていて採集されたものであり、安田砂部層に含まれる層準地層から抜け落ちたと判断できる。

安田海岸に露出する渦西層では、安田砂部層 (無層理細粒砂) の上位に波状斜交層理を示す細粒砂 (厚さ 1m 前後)、低角板状層理の発達した細粒砂・シルト (厚さ約 4m)、平行層理やトラフ斜交層理が発達した極細粒砂 (厚さ約 8m)、そしてシルト質細粒砂 (厚さ約 3.5m) が順に重なる (鹿野ほか, 2011)。最上部のシルト質細粒砂は、Aso-4 と阿蘇 4 火砕流由来の漂流軽石を挟む (町田ほか, 1987 ; 宮内, 1988 ; 白石ほか, 1992)。広域火山灰の年代は、Toya が $109 \pm ca. 3ka$ (東宮・宮城, 2020)、Aso-4 が 90 ~ 85ka (町田・新井, 2003) と推定されている。

耳石化石が含まれていたと考えられる安田砂部層の Toya より上位の部分 (以下安田砂部層上部

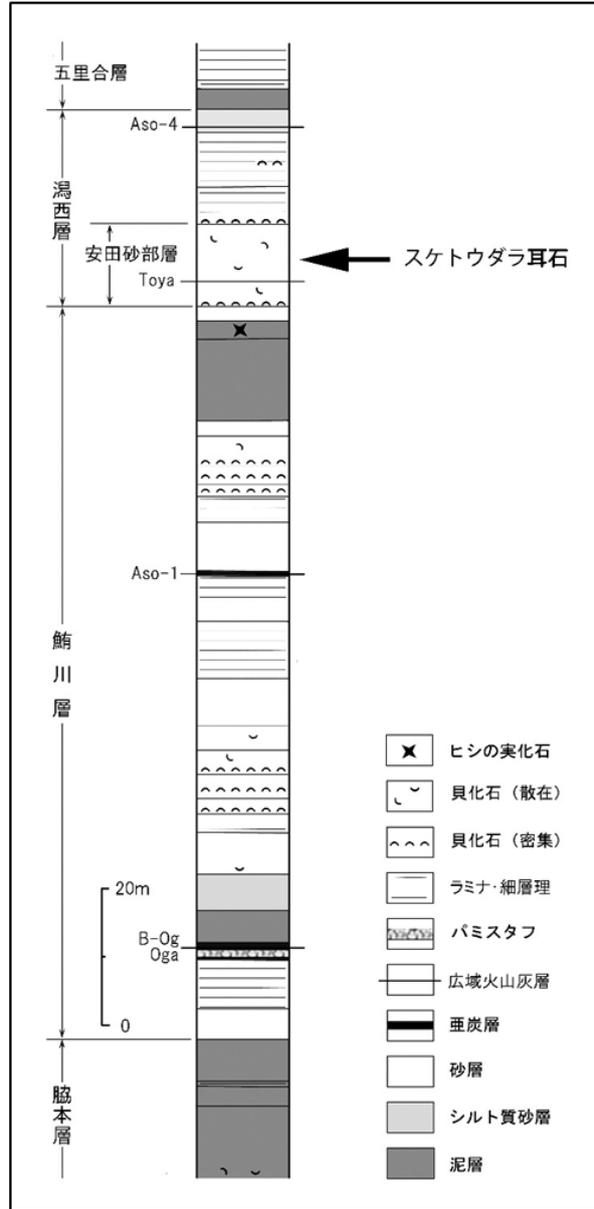


図2 安田海岸の露頭柱状図

男鹿半島・大渦ジオパーク推進協議会 (2019) を一部改変し、岩相による地層区分を適用した

と呼ぶ)の貝化石の概要から堆積環境を推定する。安田砂部層は全体に貝化石を非常に多く含むが、最下部の化石密集層以外は化石がおおむね散在しており、殻の保存が非常に良好で、微小種が多い。高安ほか (1986) によって公表された Shuto *et al.*, (1977MS) によれば、安田砂部層上部から 80 種の軟体動物化石が記録されている。その中で、個体数が多く野外で目立つ中~大型の種は以下のものである。

Umbonium costatum キサゴ

Turritella andenensis フジタキリガイダマシ

Euspira pila タマツメタ
Glossaulax didyma ツメタガイ
Cryptonatica andoi エゾタマガイ
Inquisitor jeffreysii モミジボラ
Acila insignis キララガイ
Glycymeris yessoensis エゾタマキガイ
Felaniella usta ウソシジミ
Fulvia mutica トリガイ
Mactra chinensis バカガイ
Moerella jedoensis モモノハナ
Macoma praetexta オオモモノハナ
Macoma tokyoensis ゴイサギガイ
Macoma sector サギガイ
Solecurtus divaricatus キヌタアゲマキ
Mercenaria stimpsoni ビノスガイ
 特にタマガイ類, エゾタマキガイ, ビノスガイは
 個体数が多い。

現在の秋田県沿岸は対馬暖流が北上しており、その影響を受けて暖流系の貝がほとんどを占める(渡辺, 1995)。安田砂部層上部に含まれる種は現在男鹿半島付近の海域に生息する種が大部分であることから、当時も対馬暖流の影響下にあったと考えられる。ただし、現在当海域での生息が確認されていない寒流系種(キララガイ, *Homalopoma amussitatum* エゾザンショウ, *Lacuna turrita* チャイロタマキビ, フジタキリガイダマシ, ビノスガイなど)や、生息してはいるが個体数の少ない寒流系種(エゾタマキガイ, *Mizuhopecten yessoensis* ホタテガイ, *Pseudocardium sachalinensis* ウバガイなど)が含まれている。それらの中には安田砂部層上部では産出個体数が多いものもある。このことから見ると、安田砂部層上部堆積当時は、暖流の影響下にあったもののその北端に近く、暖流としての海水温は低下していたと考えるのが妥当のように思われる。

安田砂部層の堆積深度に関しては、Shirai and Tada (2000) が堆積相から 60 ~ 100m と推定した。それに対して渡部 (2012) は、貝化石の産状とそれらの生息深度をもとにして 20m 前後と推定している。このことは、代表的なベーリング海に分布するスケトウダラの成魚が水深 30m ~

400m の海底に生息し、夜間に海面近くまで食餌のため日周鉛直回遊 (Diurnal vertical migration) する生息環境 (Habitat) (Cohen *et al.*, 1990) と矛盾しない。

3 耳石の記載

Oder Gadiformes Goodrich, 1909 タラ目
 Family Gadidae Rafinesque, 1810 タラ科
 Genus *Gadus* Linnaeus, 1758 タラ属
 Species *Gadus chalcogrammus* Pallas, 1814
 スケトウダラ

図 3, 4

Theragra chalcogramma, Frost; 1961, fig2, p57.
Gadus chikagawaensis, Hatai and Kotaka; 1965, pl.15-60, 15-61.
T. chalcogramma, Fitch; 1968, fig.1-k, p.15.
T. chalcogramma, Matsuura; 2009, pl.VI-4, figs.11-12, p.211.
T. chalcogramma, Welton; 2015, figs.6-41 and 4b, p.10.
T. chalcogramma, Ohe and Watabe; 2018, figs.3 and 4, p.16

標本個体：秋田県立博物館，標本番号 746-3042 (左扁平石, Left sagitta)

計測値：耳石長(OL)=22.90mm；耳石高(OH)=8.95mm；耳石厚(OT)=2.35mm；曲率長(CL)=5.60mm；OL/OH=2.56 and OH/OL×100=39.1%；Oc=9.5mm；Cc=11.8mm；Cc/Oc=1.24；The posterodorsal rim forms an angle of 45° with the longitudinal axis of otolith, while the anterodorsal rim forms 40° degree.

採集者：松橋敬子 (男鹿半島・大潟ジオパークガイドの会)

採集年月日：2021/05/30

耳石採集地の位置と層準：安田集落から約 400m 南西方海岸の海食崖 (39°58' 19"N, 139°50' 52" E)；潟西層安田砂部層内中の Toya 火山灰層 (町田, 1987) の直上, 後期更新世 (109 ~ 85Ka, 東宮・宮城, 2020)。

形状特徴：角のある長楕円形の耳石。内面 (Inner face) は曲凸面。外面 (Outer face) は曲凹面。

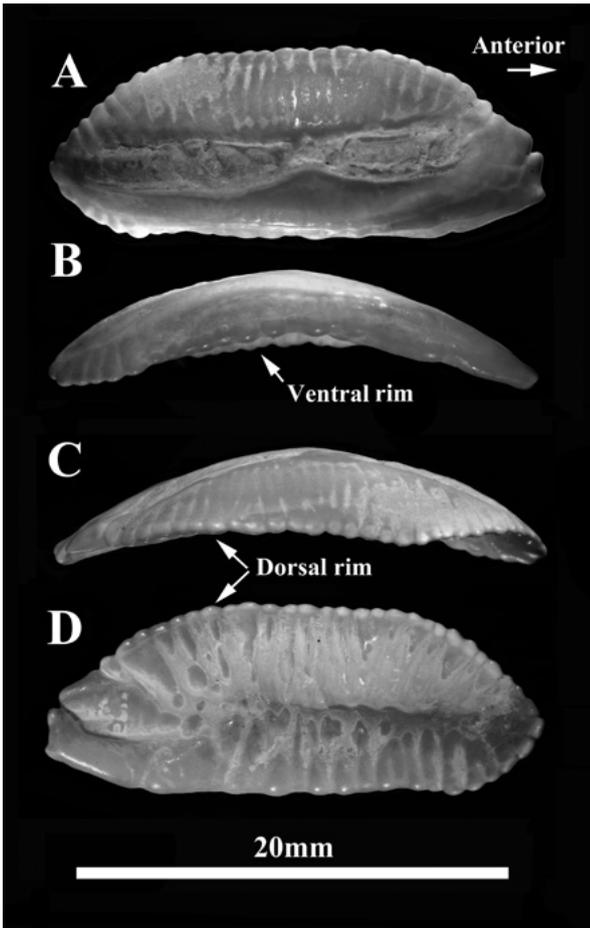


図3 潟西層安田砂部層より産出したスケトウダラ左耳石（扁平石）
A：内面，B：腹側面，C：側面，D：外面

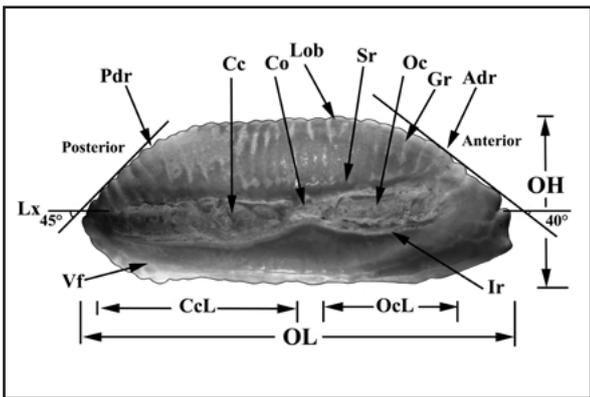


図4 スケトウダラ耳石の内面部位と計測位置
Adr, Anterodorsal rim; Cc, Caudal colliculus;
Co, Collum; Gr, Groove; Ir, Inferior ridge;
Lob, Lobulation; Oc, Ostial colliculus;
Pdr, Posterodorsal rim; Vf, Ventral furrow;
Sr, Superior ridge; Lx, Longitudinal axis;
CcL, Caudal colliculus length; OcL, Ostial colliculus length; OH, Otolith height; OL, Otolith length

前方・後方周縁は尖る。後背部周縁 (Pdr) と耳石長とのなす角は 45° で前背部周縁と長軸とのなす角 40° よりやや大きい (図4)。背周縁は前後で鈍角を形成し、耳石中央から放射状に隆起する小裂 (Lob, Lobulation) が30ほど連続し鋸歯状周縁を形成する。腹周縁は中央部で直線的で小裂は目立たないが、外面で18ほどの小裂と鋸歯が認められる。内面中央には二つの幅広で浅い窪みの小丘 (Colliculus or Colliculum) が小さい三角形の浅い頸 (Collum) を介して対峙する。内面の腹縁に沿って曲面とは一段下がり細長い溝 (Vf, Ventral furrow) が走る。前方の小丘 (Oc, Ostial colliculus) は小楕円形で周縁を細く隆起した隆起線 (Ridge) により囲まれる。後方小丘 (Pc, Posterior colliculus) は「ヘチマの実」のような形状を呈し、同じく隆起線で囲まれた内部は浅い不規則な溝と隆起からなっている。後方小丘の長さは前方小丘の長さの1.24倍を示す。

考察：スケトウダラとマダラの耳石（扁平石）は Frost (1981) が記述しているように共に形状が似ていて当歳魚 (TL=135mm)～体長20cm前後の魚体では区別が付けにくい。マダラの耳石の外形は台形型で耳石高 (OH) の値が大きく、OL=22mm程度の耳石では $OH/OL \times 100$ の値が44%より大きく、スケトウダラでは $>44\%$ である (Frost,1981)。本耳石の値は39.1%であるからスケトウダラの計測値条件を満たしている。鮪川層から報告されたマダラ耳石 (大江・渡部・鈴木, 2011; 図3, 写真1) は OL=24.7mm, OH=12.9mm, CL=5.20mm とほぼ耳石長が同程度であるにも拘らず耳石高が大きく $OL/OH=1.91$ で、曲率長からも内面がより平たく、更に形状が台形型であることから明らかに種を異にする。また、脇本層からのスケトウダラ耳石 (大江・渡部, 2018; 図3～図4) は尾部が欠損しているが、耳石長 (OL) =18.5mm+, OH=8.1mm とやや本個体より小さいが耳石内面の2つの小丘 Oc・Pc の形状配置状況は良く一致する。また、図5は北海道オホーツク海沿岸で捕られたスケトウダラの耳石 (OPC20211026; TL=330mm, OL=14.75mm, OH=6.20mm, $OL/OH=2.38$, Oc=5.3 mm, Cp=6.5mm, Pc/Oc=1.23) であるが、

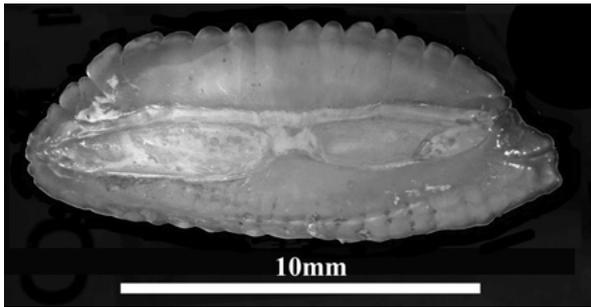


図5 北海道産スケトウダラの耳石
OPC 20211026 (TL=330mm; OL=14.75mm)

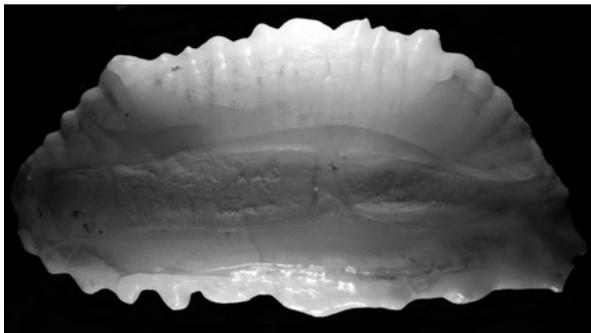


図6 北海道産マダラの耳石
OPC131205 (TL=920mm; OL=22.8mm)

形状は化石耳石に酷似する。図6は北海道産マダラ耳石 (OPC131205; OL=22.8mm, OH=2.0mm, CL=5.15mm, TL=920mm, Oc=7.4mm, Pc=12.7mm, Pc/Oc=1.72) である。化石耳石と耳石長 (OL) がほぼ同じくらいであるのに明らかに化石耳石とは形状・計測値で異なる。

安田砂部層産の化石耳石が現生種と同定できることから、この耳石長に該当する魚体を算定することが可能である。Hervey *et al.* (2000) が東北太平洋のスケトウダラの標準体長 (Standard Length) と耳石長 (Otolith length) 並びに体重 (Weight) についてそれぞれ相関近似式 $SL(\text{cm})=2.24OL(\text{mm})-2.35$, $WT(\text{g})=0.0043 \times SL^{3.255}$ を示している。ちなみに化石耳石の値を入れてみると、 $SL=48.9\text{cm}$ $WT=2439\text{g}$ と算定できる。体長は標準体長の1.2倍程度と仮定すると587mm程度の魚体の耳石と考えられる。また、Deguchi *et al.* (2004) はベーリング海におけるクラカケアザラシ (*Phoca fasciata*) の食性調査で、胃中で魚体が消化されて残ったスケトウダラの耳石サンプルから魚体の標準体長並びに体重について次の2式 $\ln SL(\text{mm})=1.29 \ln OL(\text{mm})+2.40$ 並

びに $\ln WT(\text{g})=3.72 \ln OL(\text{mm})-4.06$ の相関近似式 (\ln は自然対数) を導き出している。この式に化石耳石の耳石長を代入してみると、 $\ln SL(\text{mm})=1.29 \ln 22.90(\text{mm})+2.40=6.4391615$ となり SL は $e=2.718 \dots$ の 6.43916615 乗から 625.47mm ($TL=1.2 \times SL \approx 750\text{mm}$) と算定される。また、 $\ln WT(\text{g})=3.72 \ln 22.90(\text{mm})-4.06=7.587829307$ から $WT=2944.18\text{g}$ と算定される。

このように推定体長並びに体重の値が食い違うのは、Orlov *et al.* (2021) が指摘するように海域での成長速度、個体群を取巻く生態環境等の相違が考えられるので、このような結果になることは理解できる。ちなみに、北海道から東北の日本海・太平洋側で得られたスケトウダラの大江耳石試料 OPC (表1) で作成した耳石長 (OL) と体長 (TL) の散布図は図7のようになる。残念ながら化石耳石長が大きすぎて対応できる現生標本は身近に無い。この図から求められる耳石長と体長との相関近似式 $y=0.0377X+2.1598$ を用いて敢えて体長を求めた値は 550.13mm と計算でき、Hervey *et al.* (2000) の近似式から求めた値と大差ない。現生スケトウダラの最大体長は Hoff *et al.* (2015) によると 910mm だと云われている。また、老成魚は Orlov *et al.* (2021) によると Barents Sea からの記録では $TL=770\text{mm}$, $WT=2930\text{g}$, $\text{Age}=7+\text{years}$ であると言う。現段階では更に正確な総体長を求めるためには 50cm 以上のスケトウダラの耳石標本との比較が必要である。

4 スケトウダラの種類学的位置付けと安田海岸からのタラ科耳石の産出の意義

スケトウダラ (Pollock) は体形や耳石の形状がタラ属種 (*Gadus spp.*) と極めて類似しているにも関わらず、下顎が上顎よりも長いこと、眼径が大きいことなどで長年 *Theragra chalcogramma* (Pallas, 1814) の学名で分類されてきた。ところが Coulson *et al.* (2006) により mt-DNA 分子系統解析からスケトウダラは太平洋に生息するマダラ *Gadus macrocephalus* Tailesius よりもタイセイヨウダラ *Gadus morhua* Linnaeus, 1758 に極めて近いことが報告された。このことについては

表 1 北海道～本州日本海・太平洋沿岸産スケトウダラ

Specimen	TL(mm)	OL(mm)	OH(mm)	CL(mm)
19790717	135	6.80	2.80	1.10
19790723	357	14.90	5.80	2.40
140225-2	360	14.75	5.50	2.00
170730-3L	330	14.30	6.10	2.35
8401225-2	146	6.85	2.70	1.25
1982	250	10.55	4.45	1.85
197011	358	17.25	7.60	3.20
131208	432	18.20	8.00	3.45
19770926	350	16.70	7.00	2.60
991919A-1	426	19.00	9.90	3.40
140225-2	367	15.80	6.55	2.40
20131029	435	17.15	8.85	3.15
19850224	500	18.75	8.05	3.20
19811110	434	20.65	7.75	3.95
890408	388	16.00	8.50	3.05
131029	435	17.30	7.90	3.40
Oga(fossil)		22.90	8.95	5.70
19840206	400	19.10	7.50	3.60
890704	347	16.75	6.75	3.20
800414	273	13.45	5.60	2.35
20211026	330	14.75	6.20	2.50

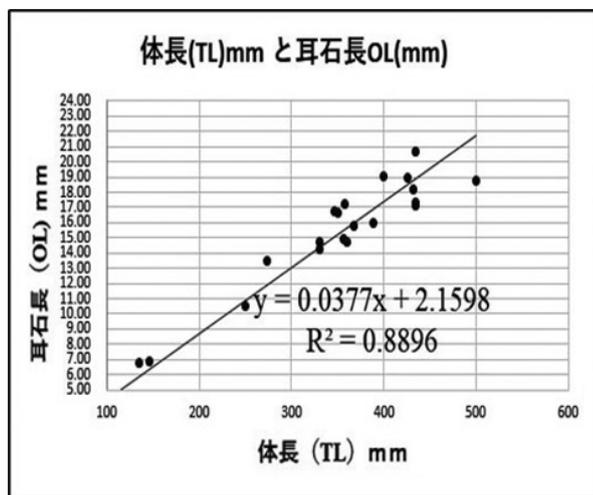


図 7 表 1 のスケトウダラ耳石試料 [耳石長 (OL) と体長 (TL)] の散布図とその相関近似式
 $y=0.0377x+2.1598$

鮭川層からのマダラ耳石を記載するにあたり、大江・渡部・鈴木 (2011) により秋田県立博物館研究報告 36 に詳しく紹介された。その後 2013 年にはアメリカ漁業協会 (American Fisheries Society) 誌上で Page *et al.* (2013) によりスケトウダラ属 (*Theragra* Lucas, 1898) は破棄され、

スケトウダラはタラ属 (*Gadus* Linnaeus, 1758) に組み替えられて *Gadus chalcogrammus* Pallas, 1814 の原記載名に復帰し、正式に承認された。

このような経緯の中で、当時、脇本層から見つかったスケトウダラの耳石記載については秋田県以外の前期更新統からの化石耳石と対比するために従来使用されてきた *Theragra chalcogramma* の学名が用いられて報告された (大江・渡部, 2018)。

安田海岸の更新統はマダラ並びにスケトウダラ両種の耳石を産出することが確かであることが判明し、北太平洋でのタラ属並びにタラ科他属の古生物学的変遷を調査検討する上で極めて有望な地層群と考えられる。更に、同一層からのマダラ属 2 種並びに他属の耳石産出の可能性も大であり、今後組織的な調査が望まれる。

謝辞

スケトウダラの化石耳石をご恵与頂き研究の機会を与えて頂いた松橋敬子氏にお礼を申し上げます。

引用文献

- Cohen, D.M., Inada, T., Iwamoto, T. & Scialabba, N. (1990), Gadiform fishes of the World (Order Gadiformes). FAO Fish Synop. 125(10), Rome FAO, 442p.
- Coulson, M.W., Marshall, H.D., Pepin, P., & Carr, S.M. (2006), Mitochondrial genomics of gadine fishes: implications for taxonomy and biogeographic origins from whole-genome data sets. *Genome* 49:1115-1130.
- Deguchi, T., Goto, Y., & Sakurai Y. (2004), Importance of walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) to wintering ribbon seals (*Phoca fasciata*) in Nemuro Strait, Hokkaido Japan. *Mammal Study* 29:55-63.
- Frost, K. (1981), Descriptive key to the otoliths of Gadid fishes of the Bering, Chukchi, and Beaufort Seas. *Arctic* 34, (1) : 56-59.
- Harvey, J.T., Loughlin, T.R., Perez, M.A. & Oxman, D.S. (2000), Relationship between fish size and otolith length for 63 species of fishes from the

- Eastern North Pacific Ocean. NOAA Technical Report NMFS,150, 36p.
- Hoff, G.R., Stevenson, D.E., & Orr, J.W.(2015), Guide to the Gadiform Fishes of the Eastern North Pacific. NOAA Technical Memorandum, NMF S-APSC309, 1-68.
- 鹿野和彦・大口健・柳沢幸夫・粟田泰夫, 小林紀彦・佐藤雄大・林 信太郎・北里洋・小笠原憲四郎・駒澤正夫 (2011), 戸賀及び船川地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅). 産総研地質調査総合センター, 127p.
- 北里 洋 (1975), 男鹿半島上部新生界の地質および年代. 東北大学理学部地質学古生物学教室研究邦文報告, 75,17-49.
- 町田 洋・新井房夫 (2003), 新編 火山灰アトラス [日本列島とその周辺]. 東京大学出版会, 336p.
- 町田 洋・新井房夫・宮内崇裕・奥村晃史(1987), 北日本を広くおおう洞爺火山灰. 第四紀研究, 26,129-145.
- 宮内崇裕 (1988), 東北日本北部における後期更新世海成面の対比と編年. 地理学評論, 61A, 404-422.
- 男鹿半島・大潟ジオパーク推進協議会編 (2019), 男鹿半島・大潟ジオパーク ジオサイト観察手引書. 119p.
- 大江文雄・渡部 晟・鈴木秀一 (2011), 秋田県男鹿半島中部更新統鮪川層産マダラ *Gadus macrocephalus* の耳石とその系統発生的背景. 秋田県立博物館研究報告, 36,1-10.
- 大江文雄・渡部 晟 (2018), 秋田県男鹿半島の中部更新統脇本層から発見されたスケトウダラ *Theragra chalcogramma* の耳石. 秋田県立博物館研究報告, 43,13-20.
- Orlov, A.M., Rybakov, M.O., Vedishcheva, E.,V., Volkov, A.A. & Oriova, S.Y.(2021), Walleye Pollock *Gadus chalcogrammus*, a species with continuous range from the Norwegian Sea to Korea, Japan, and California: new records from the Siberian Arctic. Mar. Sci.Eng.9.1141:1-18.
- Page, L.M., Espinosa-Pérez, H., Findley, L.T., Gilbert,C. R., Lea, R.N., Mandrak, N.E., Mayden, R.L., & Joseph S., Nelson, J.S.(2013), Common and scientific names of fishes from the United States, Canada, and Mexico, 7th ed. American Fisheries Society Special Publication 34. 243p.
- Shirai, M. & Tada, R. (2000), Sedimentary successions formed by fifth-order glacio-eustatic cycles in the middle to upper Quaternary formations of Oga Peninsula, northeast Japan. *Journal of Sedimentary Research*, 70, 839-849.
- 白井正明・多田隆治・藤岡換太郎 (1997), ODP 日本海試料との対比に基づく男鹿半島安田海岸更新世中-後期テフラの同定と年代. 第四紀研究, 36 (3):183-196.
- 白石建雄 (2000), 秋田県男鹿半島における酸素同位体ステージ 5a に対比される地層(五里合層: 新称)と海成段丘. 第四紀, 32, 1-10.
- 白石建雄・新井房夫・藤本幸雄 (1992), 秋田県男鹿半島における西日本起源の漂流軽石・降下火山灰の発見とその意義. 第四紀研究, 31, 21-27.
- 白石建雄・竹内貞子 (1999), 秋田県男鹿半島における上部更新統層序の再検討. 第四紀研究, 38,29-39.
- 高安泰助・小笠原憲四郎・島本昌憲・的場保望 (1986), 秋田油田地域の層序と貝類化石産地. 高安泰助監修, 秋田油田地域新第三系・第四系貝類化石図鑑, 高安泰助教授退官記念会・財団法人秋田大学鉱業博物館後援会, 9-68.
- 東宮昭彦・宮城磯治 (2020), 洞爺噴火の年代値. 火山, 65,13-18.
- 渡部 晟 (2012), 貝化石からみた潟西層安田砂部層の堆積深度. 秋田地学, 67, 24-24.
- 渡辺浩記 (1995), 男鹿の貝. 男鹿市史 (上巻), 男鹿市, 149-164.