

外来種ヨーロッパザラボヤ *Ascidia aspersa* (Müller, 1776) の生物学的特徴と簡易識別および同定について (技術報告)

金森 誠^{1*}, 馬場勝寿¹, 長谷川夏樹², 西川輝昭³

¹ 北海道立総合研究機構函館水産試験場

² 独立行政法人水産総合研究センター北海道区水産研究所

³ 東邦大学理学部

Biological characteristics, distinction and identification of *Ascidia aspersa* (Müller, 1776), as an alien ascidian in northern Japan (Technical report)

MAKOTO KANAMORI^{*1}, KATSUHISA BABA¹, NATSUKI HASEGAWA² AND TERUAKI NISHIKAWA³

¹ Hokkaido Research Organization, Hakodate Fisheries Research Institute, *Hakodate, Hokkaido, 042-0932, Japan*

² Hokkaido National Fisheries Research Institute, Fisheries Research Agency, *Kushiro, Hokkaido, 085-0802, Japan*

³ Department of Biology, Faculty of Science, Toho University, *Funabashi, Chiba, 274-8510, Japan*

キーワード: *Ascidia aspersa*, 外来種, 簡易識別, 形態, 同定, ヨーロッパザラボヤ

ヨーロッパザラボヤ *Ascidia aspersa* (Müller, 1776) は、ヨーロッパ沿岸海域原産の単体性ホヤで、日本国内への定着が2010年に発表された新しい外来種である(菅原・西川, 2010)。本種は2008年以降、北海道噴火湾の養殖ホタテガイに大量付着して甚大な被害をもたらし、大きな問題となっている(菅原, 2009)。このホヤの分布は、宮城県北部から北海道南部まで広域に及ぶことが判明し、東北地方においても養殖ホタテガイへの大量付着による漁業被害が発生している(金森ら, 2011, 千田ら, 2011)。2010年6月には、水産庁から都道府県に対して、分布調査への協力要請があり、北海道水産林務部と北海道立総合研究機構函館水産試験場は、道内におけるヨーロッパザラボヤの分布調査に着手している。

外来種の調査を進める上で、種名の正確な決定が出発点となる。それにより、当該種について蓄積されている生物学的知見を検索し、関係機関への情報提供および対策の検討に活用することができる。そして、国内分布・被害発生状況の正確な把握および侵入の早期発見のため、在来の類似種との識別方法を確立することが必要である。特に、ホヤ類は、外観による同定が困難な分類群であり(時岡, 1965, 西川, 1995)、噴火湾のヨーロッパザラボヤも、当初、菅原(2009)が在来種ザラボヤ

Ascidia zara Oka, 1935 として発表してから、外来種と判明するまで、1年以上を要している。

このことから、本技術報告ではヨーロッパザラボヤの生物学的知見を整理した上で、侵入の実態把握および早期発見のため、形態学的な手法による在来種との簡易識別方法および同定方法を取りまとめた。

ヨーロッパザラボヤの生物学的特徴

ヨーロッパザラボヤは、マメボヤ目ナツメボヤ科 *Ascidia* 属に分類される。ナツメボヤ科には、*Ascidia* 属、ナツメボヤ属 *Ascidia*, *Phallusia* 属の3属が含まれる。ナツメボヤ科の日本沿岸在来種は、全てナツメボヤ属であり、*Ascidia* 属、*Phallusia* 属に属する種は国内沿岸域には自然分布しない(西川, 1995, Nishikawa and Otani, 2004)。

ヨーロッパザラボヤは体長130mmに達する大型のホヤで、原産地は、北大西洋ヨーロッパ沿岸、ノルウェーから地中海までとされる(Berrill, 1928)。分布水深は潮間帯から50mまで、広塩性で塩分25~38の範囲で生育に影響がないとされ、波あたりの弱い湾の入り江や港内など浅海域に多く見られる(Berrill, 1928, Nagabhusanam and Krishnamoorthy, 1992, NIMPIS (Web):

<http://www.marinepests.gov.au/nimpis>, 2011年10月17日)。これまで、外来種としてアメリカ東海岸, アルゼンチン, 南アフリカ, インド, オーストラリア南部, ニュージーランドで報告されている (Locke, 2009, Tatián *et al.*, 2010, NIMPIS (Web) : 前出)。侵入先では、大規模な個体群を形成し、在来種への影響が懸念されることから、国際自然保護連合が作成するグローバル侵入種データ

ベースに登録されている要注意種である (GISD (Web) : <http://www.issg.org/database>, 2011年10月17日)。

ホヤ類はそのほとんど全てが雌雄同体で、浮遊幼生は例外なく卵栄養発生型である。ヨーロッパザラボヤも雌雄同体、卵栄養発生型であり、自家受精も可能とされる (NIMPIS (Web) : 前出)。幼生期間は短く、受精から着底 (変態開始) までの期間は20°Cで24時間である (Niermann-Kerkenberg and Hoffman, 1989)。ヨーロッパザラボヤの浮遊幼生は、実験条件下で適した着底基質を与えられない場合、変態を数日間にわたり遅延することが知られている (Jacobs *et al.*, 2008)。それでも一般的なプランクトン栄養発生型の浮遊幼生と比較すると浮遊幼生期間は非常に短く、世界的な分布域拡大は、船舶や水産物の移動などによる人為的な移入が原因と考えられている (NIMPIS (Web) : 前出)。生活史に関する研究例は少ないが、スコットランドにおいてヨーロッパザラボヤの個体群動態を調査した Millar (1952) は、繁殖盛期は夏〜秋で、その時期に着底した個体は、越冬後、翌年に繁殖を行い、2回目の冬に死滅すると推測している。

噴火湾の垂下養殖ホタテガイに付着するヨーロッパザラボヤの形状は長卵形、筋膜体を覆う被囊は半透明である (図 1. A)。噴火湾では、夏から秋に幼若個体が多く見られるが、これらの個体は、被囊が薄く透明で、形状は卵形である (図 1. B)。被囊表面には、溝や隆起および疣状の突起が見られるが、その程度については個体差が著しい (図 1. A, C)。成体では付着物により被囊が不透明となり、筋膜体が全く見えない場合もある (図 1. D)。ヨーロッパザラボヤの被囊外観の変異は大きく、マメボヤ亜目の在来種、例えばザラボヤやドロボヤ (図 1. E, F) などと類似した外観を示す場合もあるので、外観だけで識別することは困難である。そのため、以下に示すように、解剖して内部形態を精査することが必要となる。

ヨーロッパザラボヤの簡易識別と同定

ヨーロッパザラボヤについて、筋膜体外観の観察による在来種との簡易識別及び筋膜体内部の観察による同定を検索表にまとめた (表 1)。ホヤ類は、成体の形態から便宜的に単体ボヤと群体ボヤに分けられる。単体ボヤは体長数 cm から20cm程度、単体で生活し、群体ボヤは、小型 (体長数 mm 程度) の個虫が多数集合して生活する。ヨーロッパザラボヤのような単体ボヤを同定する場合、まず被囊を切開し、筋膜体を取り出し、次に筋膜体を解剖し、内部形態の観察を行う。しかし、どの海域に出現するか予測できない外来種を早期に発見するためには、より広く現場で活用できる簡易識別方法の確立が有

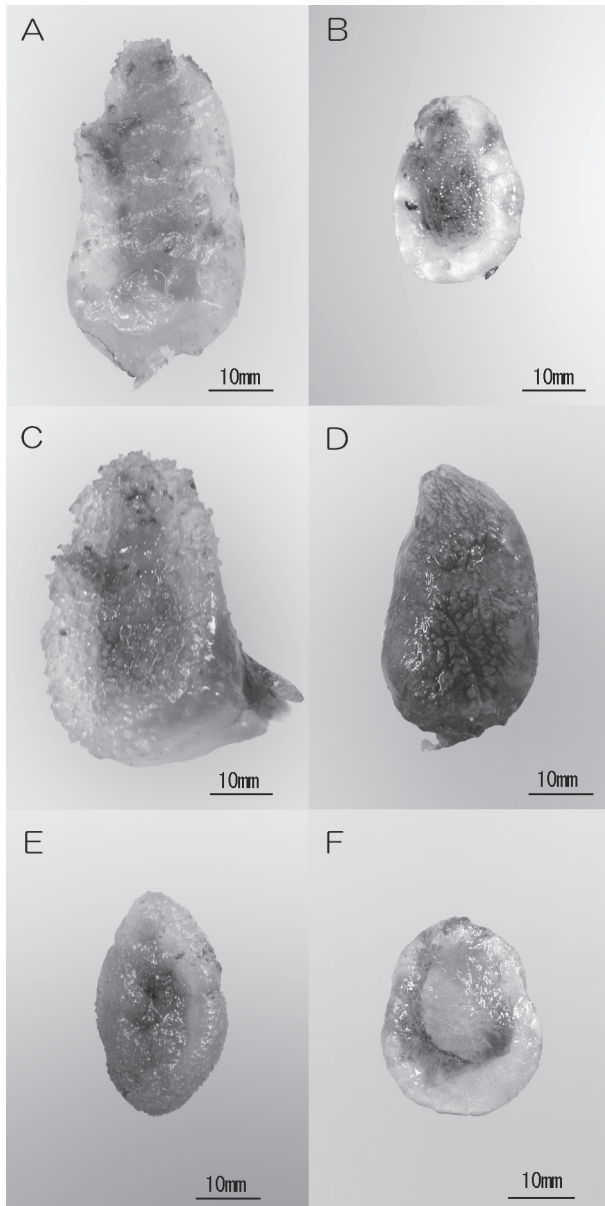


図 1 ヨーロッパザラボヤと類似在来種の外観 (A) ヨーロッパザラボヤ, (B) ヨーロッパザラボヤ幼若個体, (C) ヨーロッパザラボヤ (被囊表面の疣状突起が顕著な個体), (D) ヨーロッパザラボヤ (付着物により被囊が不透明となった個体), (E) ザラボヤ *Ascidia zara* (在来種), (F) ドロボヤ *Corella japonica* (在来種)。 (A), (B), (C), (D) 北海道噴火湾産, (E) 北海道サロマ湖産, (F) 北海道日本海産。

用である。この検索表では、本種と識別する対象を国内沿岸域で普通に見られる単体ボヤに限定して筋膜体の解剖を必要としない簡易識別と、筋膜体の解剖による正確な同定に分けて整理した。簡易識別の対象となる分類群は、マボヤ目シロボヤ科、マボヤ科、フクロボヤ科、マメボヤ目ユウレイボヤ科、ドロボヤ科、ナツメボヤ科などに限定されるが、沿岸域の養殖施設等で見られる単体ボヤは、これらの分類群で概ね網羅される。なお、今回の簡易識別では、ナツメボヤ属の一部の在来希少種 (e.g. *Ascidia beta* Tokioka, 1954, *A.sagamiana* Tokioka, 1952) や

Ascidiella 属の他種 (e.g. *Ascidiella scabra* (Müller, 1776)) とヨーロッパザラボヤを識別することはできない。従って、正確に種査定を行うためには、さらに筋膜体内部の観察による同定が必要である。

簡易識別

単体ボヤの体は、基質に付着している端が後、その反対が前となる。体には2つの孔があり、水や餌が流れ込む入水孔は、体の前端近く、排水や排出物が流れ出る出水孔はそれよりも後方にあることが多い。出水孔のある側

表1 ヨーロッパザラボヤの簡易識別と同定 (検索表)

A. ヨーロッパザラボヤの簡易識別 (筋膜体外観からの在来種との簡易識別)	
※検討対象は、国内沿岸域に生息する単体ボヤとする。また、体長10mm以下の個体については対象外とする。	
A-①	筋膜が透明で、筋膜体の外観から消化管を観察できる。 A-② 観察できない。 A-⑥
A-②	生殖腺は、片側にしかなく、筋膜体の外観からは不明瞭。 A-③ 両側にあり、筋膜体の外観から明瞭。 A-⑥
A-③	消化管が、鰓嚢の左側にある。 A-④ 後方、あるいは、右側にある。 A-⑥
A-④	消化管の第2腸環軸が、胃の前方(食道側)を通る。 A-⑤ 胃を横断する、後方(腸側)を通る。 A-⑥
A-⑤	ヨーロッパザラボヤの可能性が高い。 B-①
A-⑥	ヨーロッパザラボヤではない。
B. ヨーロッパザラボヤの同定 (筋膜体内部の観察による同定)	
(属レベルの査定)	
B-①	鰓嚢内縦走血管に二次突起がない。 B-② ある。 B-⑤
(種レベルの査定)	
B-②	1. 生体サンプルを入手できない場合 入水孔触手数が、鰓嚢右側の縦走血管数よりも少ない。 B-④ 多い。 B-⑥
B-②	2. 生体サンプルを入手できる場合 輸卵管内の卵が、大型の濾胞細胞をもち、海水中を浮遊する B-④ もたず、海水中を沈降する B-⑥
B-④	ヨーロッパザラボヤである。
B-⑤	ヨーロッパザラボヤではない。
B-⑥	ヨーロッパザラボヤではないが、 <i>Ascidiella</i> 属の外来種である。

が背側にあたり, その反対側が腹側となる (図 2. A)。前後と腹背の位置関係から左右が判断される (図 2. A, B)。被嚢を切り開くと, 筋膜に包まれた筋膜体を取り出すことができる。この中に内蔵諸器官の一切が入っているのが普通である。なお, ホヤ類の体制の詳細については, 西川 (1986, 1995, 1998) などを参考とされたい。

ヨーロッパザラボヤの筋膜体はほぼ透明な筋膜で包まれており, 消化管を筋膜体上から観察できる (図 2. B, 表 1. A-①)。消化管は筋膜体左面にあり, 生殖腺は消化管の第 1 腸環内にある (図 2. B, 表 1. A-②, A-③)。成熟個体では, 生殖腺から腸に沿って出水孔に延びる輸精管を肉眼で確認できる。これらの特徴の観察により, ヨーロッパザラボヤとナツメボヤ科を除く在来種との識別ができる (表 1. A-①, A-②, A-③)。

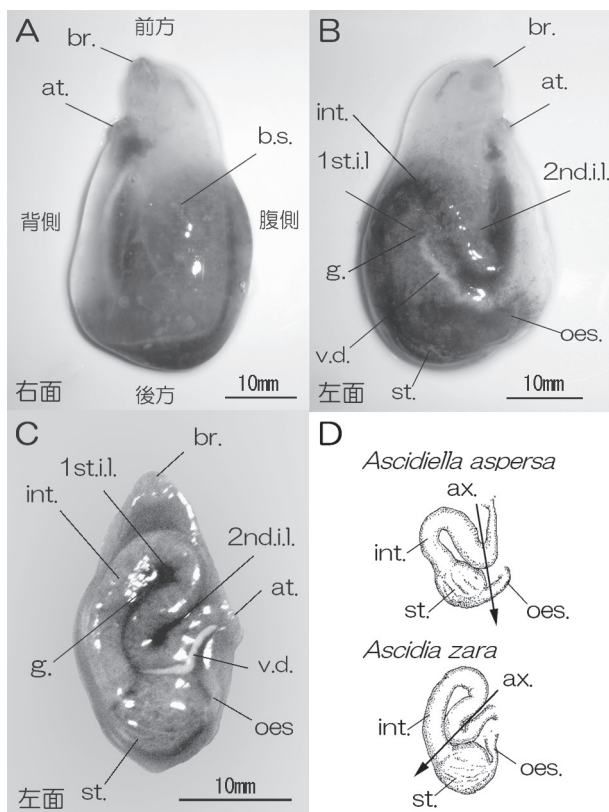


図 2 ヨーロッパザラボヤと在来種ザラボヤの筋膜体 (A) ヨーロッパザラボヤ筋膜体 (右面), (B) ヨーロッパザラボヤ筋膜体 (左面), (C) ザラボヤ筋膜体 (左面), (D) ヨーロッパザラボヤとザラボヤの消化管配置の比較【at.: 出水孔 (Atrial aperture), br.: 入水孔 (Branchial aperture), bs.: 鰓嚢 (Branchial sac), oes.: 食道 (Oesophagus), st.: 胃 (Stomach), int.: 腸 (Intestine), 1st.i.l.: 第 1 腸環 (1st intestinal loop), 2nd.i.l.: 第 2 腸環 (2nd intestinal loop), g.: 生殖腺 (Gonad (第 1 腸環内)), v.d.: 輸精管 (Vas deferens), ax.: 第 2 腸環の軸 (Axis of 2nd intestinal loop)】。(A), (B) 北海道噴火湾産, (C) 北海道サロマ湖産。

ヨーロッパザラボヤの第 2 腸環の軸は胃の前方 (食道側) をとおる (図 2. B, D, 表 1. A-④)。ナツメボヤ *Ascidia ahodori* Oka, 1927, ザラボヤ, スジキレボヤ *A. sydneyensis* Stimpson, 1855 などナツメボヤ属の在来普通種では, 第 2 腸環の軸が胃を横断するか, 後方 (腸側) を通る (時岡, 1953, 時岡, 1965, 図 2. C, D)。そのため, 第 2 腸環軸の走行の差異は, ヨーロッパザラボヤとナツメボヤ属在来種との簡易識別に有効である (図 2. D, 表 1. A-④)。

同定

(属レベルの査定)

ホヤ類の入水孔内部には, 触手の列が見られ, その先で嚢状の鰓嚢とつながっている。鰓嚢の内表面には多数の縦走血管が走っており, その外側にそれと直交して多数の横走血管が走っている (図 3, 4)。ナツメボヤ科 3 属のうちヨーロッパザラボヤが含まれる *Ascidiella* 属は, 縦走血管と横走血管の交差点上に, 二次突起を欠くのに対し, 他の 2 属 (ナツメボヤ属と *Phallusia* 属) は二次突起を持つ (西川 1995, 図 3. A, B, 表 1. B-①)。

(種レベルの査定)

ヨーロッパザラボヤでは, 入水孔の触手数が右側の縦走血管数よりも少ない (Lindsay and Thompson, 1930, Nishikawa and Otani, 2004, 図 4, 表 1. B ②-1)。実際に, 2010年 4 月～6 月に噴火湾で採取されたヨーロッパザラボヤ 125 個体における計数の結果, 全ての個体で, 入水孔触手数は右側縦走血管数より少ないことが確認されている (齋藤, 2011)。ナツメボヤ科では一般に, 縦走血管数が左側より右側で多い傾向にある。齋藤 (2011) の報告でも, 入水孔触手数が 9～35 本に対し, 右側縦走血管数が 31～53 本, 左側縦走血管数が 23～43 本となっていて, 入水孔触手数と左側縦走血管数が同数の個体が 1 つあった。従って, 縦走血管数を数える場合は, 右側で行うことが望ましい。なお, 固定サンプルの鰓嚢内の観察を行う場合, ヘマトキシリン溶液を観察部位に滴下し, 5 分程度染色した後, 蒸留水で洗浄することで, 観察が容易となる。特に, 縦走血管数と触手数を計数する場合は, 正確な計数のため, 上記の方法が推奨される。

ヨーロッパザラボヤの卵は, 大型の濾胞細胞で覆われ, 海水中を浮遊する (Berrill, 1928) (図 5, 表 1. B-②-2)。観察する際は, 実体顕微鏡を用い, 筋膜体外部から輸精管に併走する輸卵管を確認し, これをピンセット等で破ることで, 容易に卵を採取することができ, 判別に用いることができる。

ヨーロッパザラボヤと形態が極めて類似した近縁種に *Ascidiella scabra* があるがこの種は, 入水孔触手数が右

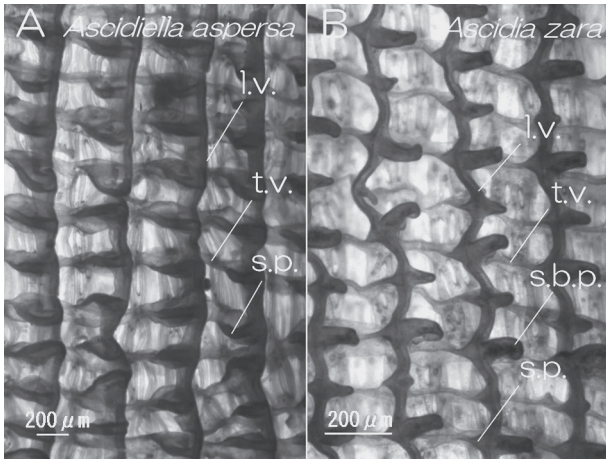


図3 ヨーロッパザラボヤと在来種ザラボヤの鰓嚢内表面 (A) ヨーロッパザラボヤ, (B) ザラボヤ【l.v. : 縦走血管 (Longitudinal vessel), t.v. : 横走血管 (Transverse vessel), s.p. : 支持突起 (Supporting papilla), s.b.p. : 二次突起 (Secondary branchial papilla)】。(A) 北海道噴火湾産, (B) 北海道サロマ湖産。

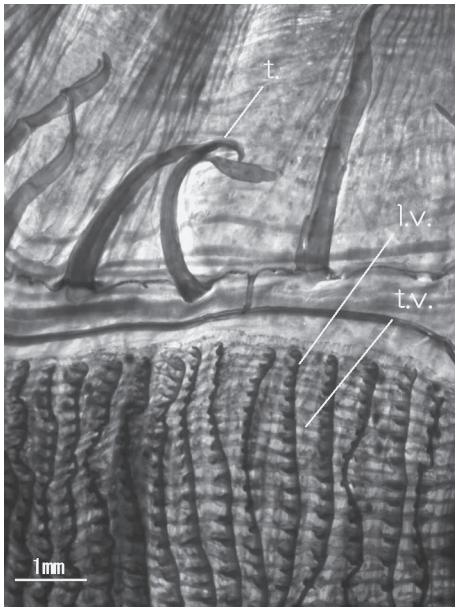


図4 ヨーロッパザラボヤの入水孔付近の鰓嚢内表面【l.v. : 縦走血管 (Longitudinal vessel), t.v. : 横走血管 (Transverse vessel), t. : 入水孔触手 (Tentacle)】。

側縦走血管数よりも多い点、卵を囲む濾胞細胞が小型であり、卵が海中で沈降する点で、本種と識別される (Berrill, 1928, Lindsay and Thompson, 1930)。*A. scabra* は、現在国内には生息しないと考えられるが、19世紀に長崎で採取された多数の標本が現存しており、過去に外来種として国内に侵入して、一時的に定着していたと推測されている (Nishikawa and Otani, 2004)。*A. scabra* が国内で再発見される可能性もあり、*Ascidia* 属の特徴

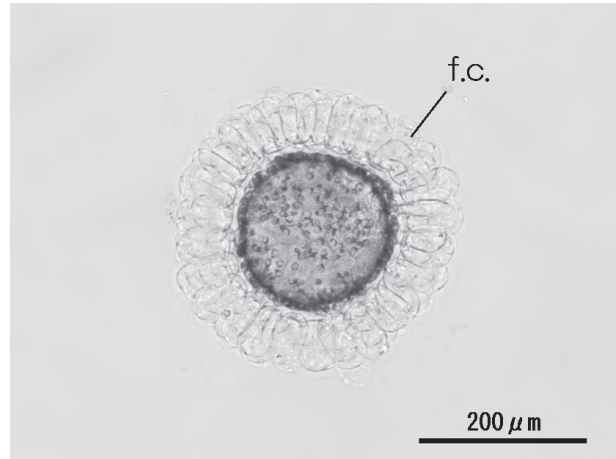


図5 ヨーロッパザラボヤの卵【f.c. : 濾胞細胞 (Follicle cell)】。北海道太平洋産。

を確認しただけでヨーロッパザラボヤと断定することはできない。

なお、体長10mm以下の個体については、ヨーロッパザラボヤであったとしても、未成熟のため輸卵管に卵を蓄えておらず、さらに、触手数と縦走血管数の関係が逆転する例が報告されている (Lindsay and Thompson, 1930)。従って、形態的な同定は困難であり、10mm以下の個体について同定を行う必要が生じた場合、分子生物学的な手法を検討しなければならない。

本報告では、ヨーロッパザラボヤの生物学的知見を整理するとともに、ヨーロッパザラボヤと在来種の簡易識別および同定方法をまとめた。今後、ヨーロッパザラボヤは国内で分布域を拡大し、新たな漁業被害が発生することが懸念されている (金森ら, 2011)。北海道においても、二枚貝養殖漁業が重要な漁業となっている海域が多く、ヨーロッパザラボヤの侵入、定着には常に警戒する必要がある。試験研究機関においては、漁業関係者に対して、本種の侵入に対して注意を呼びかけるとともに、サンプルを入手した際には、正確かつ迅速な同定を行い、定着防止あるいは漁業被害軽減のための対策を検討する等、適切な対応を行うことが求められる。なお、ヨーロッパザラボヤの簡易識別については、函館水産試験場 HP (<http://www.fishexp.hro.or.jp/exp/hakodate/index.html>) で公表している「ヨーロッパザラボヤ (*Ascidia aspersa*) 類似生物の判定について」、同定については、独立行政法人水産総合研究センター北海道区水産研究所 HP (<http://hnf.fra.affrc.go.jp/>) で公表している「ヨーロッパザラボヤ (*Ascidia aspersa*) 判定マニュアル」を、本報と併せて活用願いたい。

謝辞

本報告は、北海道立総合研究機構が北海道ほたて漁業振興協会より受託している噴火湾養殖ホタテガイ生産安定化モニタリング試験および北海道水産林務部と共同で行っているヨーロッパザラボヤの分布状況調査で得られた標本に基づき、まとめたものである。八雲町漁業協同組合の安千谷大輔氏および渡島中部地区水産技術普及指導所、渡島北部地区水産技術普及指導所、網走東部地区水産技術普及指導所、留萌南部地区水産技術普及指導所の職員の方々には、これらの試験、調査において標本採取に協力いただいた。これらの方々にお礼申し上げます。

引用文献

- Berrill NJ. The identification and validity of certain species of ascidians. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.* 1928 ; 15 : 159-175.
- Jacobs MW, Degnan BM, Bishop JDD, Strathmann RR. Early activation of adult organ differentiation during delay of metamorphosis in solitary ascidians, and consequences for juvenile growth. *Invert. Biol.* 2008 ; 127 : 217-236.
- 金森誠, 馬場勝寿, 吉田達, 野呂忠勝, 千田康司. 外来種ヨーロッパザラボヤ二枚貝養殖漁業における新たな脅威— 2011年度日本付着生物学会研究集会講演要旨集 日本付着生物学会. 2011 ; 8.
- Lindsay ST, Thompson H. The determination of specific characters for the identification of certain Ascidians. *J. Mar. Biol. Assoc. U. K.* 1930 ; 17 : 1-52.
- Locke A. A screening procedure for potential tunicate invaders of Atlantic Canada. *Aquatic Invasions* 2009 ; 4 : 71-79.
- Millar RH. The annual growth and reproductive cycle in four ascidians. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.* 1952 ; 31 : 41-61.
- Nagabhusanam AK, Krishnamoorthy P. Occurrence and biology of the solitary ascidian *Ascidella aspersa* in Tamil Nadu coastal waters. *J. Mar. Biol. Assoc. India* 1992 ; 34 : 1-9.
- Niermann-Kerkenberg E, Hoffman DK. Fertilization and normal development in *Ascidella aspersa* (Tunicata) studied with Nomarski-optics. *Helgoländer Meeresunters* 1989 ; 43 : 245-258.
- 西川輝昭. ホヤ類. 「付着生物研究法—種類査定・調査法— (付着動物学会編)」恒星社恒星閣, 東京. 1986 ; 123-139.
- 西川輝昭. 脊索動物門 CHORDATA. 「原色検索日本海岸動物図鑑 II (西村三郎編)」保育社, 大阪. 1995 ; 573-610.
- 西川輝昭. 形態・分類・自然誌. 「ホヤの生物学 (佐藤短行編)」東京大学出版会, 東京. 1998 ; 3-21.
- Nishikawa T, Otani M. Occurrence of the European ascidian *Ascidella scabra* (Müller, 1776) in the 19 century in Nagasaki, Japan, probably as an ephemeral alien species. *Contr. Biol. Lab. Kyoto Univ.* 2004 ; 29 : 401-408.
- 齋藤篤. 外来種ヨーロッパザラボヤ *Ascidella aspersa* (Müller, 1776) の研究—形態解析と噴火湾における個体群動態. 卒業論文, 東邦大学, 千葉. 2011.
- 菅原理恵子. 耳吊ホタテにザラボヤが大量付着! . 北水試だより 2009 ; 78 : 22.
- 菅原理恵子, 西川輝昭. 北海道の養殖ホタテを汚損する外来種ヨーロッパザラボヤ (新称). 日本動物学会関東支部第62回大会要旨集 日本動物学会関東支部. 2010.
- Tatián M, Schwindt E, Lager C, Varela MM. Colonization of Patagonian harbours (SW Atlantic) by an invasive sea squirt (Chordata, Ascidiacea). *Spixiana* 2010 ; 33 : 111-117.
- 千田康司, 小野寺毅, 芳賀圭悟. 宮城県沿岸におけるヨーロッパザラボヤの分布確認. 宮城水産研報 2011 ; 11 : 79-81.
- 時岡 隆. 「相模湾産海鞘類図譜」岩波書店, 東京. 1953.
- 時岡 隆. 原索動物・海鞘亜綱. 「新日本動物図鑑 [下]」北隆館, 東京. 1965 ; 108-129.