

# 北海道東部の藻場におけるアミ類種組成の空間変異

## Spatial Variation in Mysid Species Composition in Seagrass and Seaweed Beds of Eastern Hokkaido, Japan

遊佐貴志\*・千葉 晋

東京農業大学生物産業学部 〒099-2493 北海道網走市八坂 196

Takashi YUSA and Susumu CHIBA

Faculty of Bioindustry, Tokyo University of Agriculture, 196 Yasaka, Abashiri, Hokkaido 099-2493, Japan

**Abstract:** Member of the genus *Neomysis* inhabit estuaries or lagoons in temperate to subarctic areas and are important in the food webs of those areas, but there have been few studied of this genus in the Northwest Pacific. We examined geographical variations in the species composition of mysids including *Neomysis* in eastern Hokkaido, Japan. The species composition of mysids was classified into three groups. The first group consists of mainly *Neomysis mirabilis*, the second group consists of only *N. awatschensis*, and the third group consists of several species. These types are closely related to geographical features and salinity. This study reveals that the species compositions of mysids vary considerably between locations even though these locations at similar latitude.

**Key Words:** geographical isolation, local population, Mysidacea, *Neomysis awatschensis*, *Neomysis mirabilis*, seagrass bed, species composition

### はじめに

イサザアミ属 *Neomysis* のアミ (以下, イサザアミ類) は, 温帯から亜寒帯の内湾や河口, 海跡湖沼に広く分布する体長 1 cm から 3 cm 程度の小型甲殻類であり, 主に近底層に分布する (Mauchline 1980; Roast *et al.* 1998b). イサザアミ類は, 動植物プランクトンや付着藻類, デトリタス等を捕食する低次消費者であり, かつ様々な高次消費者に捕食され (Mauchline 1980; Hostens & Mees 1999; Søndergaard *et al.* 2000; 高橋 2004), 食物網の動態に重要な影響を与えることが知られている (Mauchline 1980; Mees *et al.* 1994; Aaser *et al.* 1995; Lill *et al.* 2012). また, イサザアミ類の化学物質に対する感受性は高く, 沿岸の水質環境をモニタリングする際の有用な指標となることから, 環境化学的にも注目されている動物である (Brandt *et al.* 1993; Roast *et al.* 1998a; Roast *et al.* 2001).

日本におけるイサザアミ類は北海道から九州に掛けて広範囲に分布しており, 現在までに 5 種が記載されている (千原・村野 1997; 福岡 2004). イサザアミ類は一般に汽水域に生息し, 直達発生でプランクトン幼生期間を持たないことから, 生息域間での移出入は頻繁ではないと推察される (Mauchline 1980). したがって, イサザアミ類の個体群は生息する水域ごとに独立している可能性が高く, たとえ地理的に近い生息域の間でもイサザアミ類の種組成は大きく変異するかもしれない. しかし, 日本におけるイサザアミ類に関する研究例は調査地域が限られており, それらの空間変異の詳細は明らかではない (村野 1963a, b, 1964a, b, 1966; 浅見・川尻 1997a; Yamada *et al.* 2007; Yusa & Goshima 2011).

北海道東部のオホーツク海と太平洋の沿岸には, 多くの海跡湖沼と内湾が存在しており, そこに発達する藻場にはイサザアミ類が多く分布している. それら藻場では同所的に水産価値の高いホッケイエビ *Pandalus latirostris*, スジエビ *Palaemon paucidens* 等の甲殻類, ワカサギ *Hypomesus nipponensis*, クロガシラカレイ *Pleuronectes schrenki*, コマイ *Eleginus gracilis* 等の魚類が生息しており, それぞれの湖沼や内湾においてイサザアミ類はそれら動物の主要な餌生物であると推察されている (水島 1981; 浅見・川尻 1997b; Yamada *et al.* 2010; 千葉・河村 2011). しかし, 北海道東部では海跡湖沼あるいは内湾ごとに地形や水質環境, 藻場の植生等は異なっており, そこに生息する大型動物相にも変異が見られるため (網走市・東京農業大学 2000; 環

Received 26 March 2013 Accepted 23 February 2014

\* Corresponding author

Present address:

地方独立行政法人青森県産業技術センター 水産総合研究所

〒039-3381 青森県東津軽郡平内町大字茂浦字月泊 10 Fisheries Research Institute, Aomori Prefectural Industrial Technology Research Center, 10 Tukidomari, Moura, Hirainai-cho, Higashi Tsugaru-gun, Aomori 039-3381, Japan

E-mail: takashi\_yusa@aomori-itc.or.jp

境省自然環境局 2008), イサザアミ類の種組成の空間変異もまた十分に予想されるが, これまでにその詳細は報告されていない. イサザアミ類の種組成を数十 km 程度の同緯度レベルで記録することは, これまで漠然と認識されてきた本属の空間変異スケールの理解に貢献するだろう. また, それぞれの海域でイサザアミ類を餌としている漁業資源の動態を考察する上でも有益な情報となる可能性が高い.

本研究では, 北海道東部の藻場において, イサザアミ類を中心としたアミ類の種組成の空間変異の解明を目的とした. 一般にイサザアミ類は, 1 年間に複数の世代が存在することが知られており (Mauchline 1980), その生活史の複雑さが, イサザアミ類の地域比較を困難にしている一因である. しかし, 北海道東部のオホーツク海沿岸の能取湖および太平洋沿岸の厚岸湖での研究では, 秋季から春季にかけてイサザアミ類の個体群は単一世代のみで構成されることが報告されており (Yamada *et al.* 2007; Yusa & Goshima 2011), これは冬季の水温低下が著しい北海道東部全体の傾向であると推察される. また, その越冬世代は春季には大型化して成熟するため, イサザアミ類間での種も正確に判定可能となる. そこで本研究では, 北海道東部のイサザアミ類種組成の地域比較の適期として春季を選定し, 調査を実施した.

## 材料と方法

北海道東部のオホーツク海と太平洋沿岸には, 多くの海跡湖沼と内湾が存在している (Fig. 1). これらの湖沼や内

湾は, その形状 (面積, 深さ) や物理環境 (水温, 塩分) が異なっており (Table 1), 動植物の組成や現存量等も異なっている (e.g. 網走市・東京農業大学 2000; 環境省自然環境局 2008).

本研究では, 北海道東部のオホーツク海沿岸から太平洋沿岸にかけての 7 つの海跡湖沼 (サロマ湖, 能取湖, 網走湖, 藻琴湖, 濤沸湖, 風連湖, 温根沼) と 2 つの内湾 (野付湾, 厚岸湾) において, 藻場でアミ類の採集を行った (Fig. 1). また, これら調査地の間に位置する外海でのアミ類の分布状況も調べるため, 調査地の海水流入部が海岸線距離にして約 20 km 離れた能取湖と網走湖の間の網走沿岸でも採集を行った (Fig. 1). なお, 各採集地における主たる藻場構成種 (植生) を Table 1 にまとめた.

採集は, 調査地のイサザアミ類が, 越冬中から越冬直後までまだ世代交代しておらず, 単一世代であることがほぼ確実な 2012 年 3 月から 6 月に行った. 採集方法は, 北太平洋標準ネット (口径 45 cm, 側長 180 cm, 目合い 0.344 mm) の下部におもり (1 kg × 2 個) を付けたものをうい, 毎秒約 1 m の速度で底層を 20 m 曳網した. 藻場内でのアミ組成の偏りによる誤推定を避けるため, この採集は各調査地で数十から数百 m の距離を開けて 4 回ずつ繰り返した. 採集したサンプルは, その場で 10% 中性ホルマリンで固定し, 実験室へ持ち帰った. その後, 千原・村野 (1997) に基づいてサンプルの種同定を行い, 種ごとに個体数を計数した. 本研究では, 4 回の繰り返しから平均密度 (個体/m<sup>2</sup>) を算出し, 各調査地間での比較に用いた.

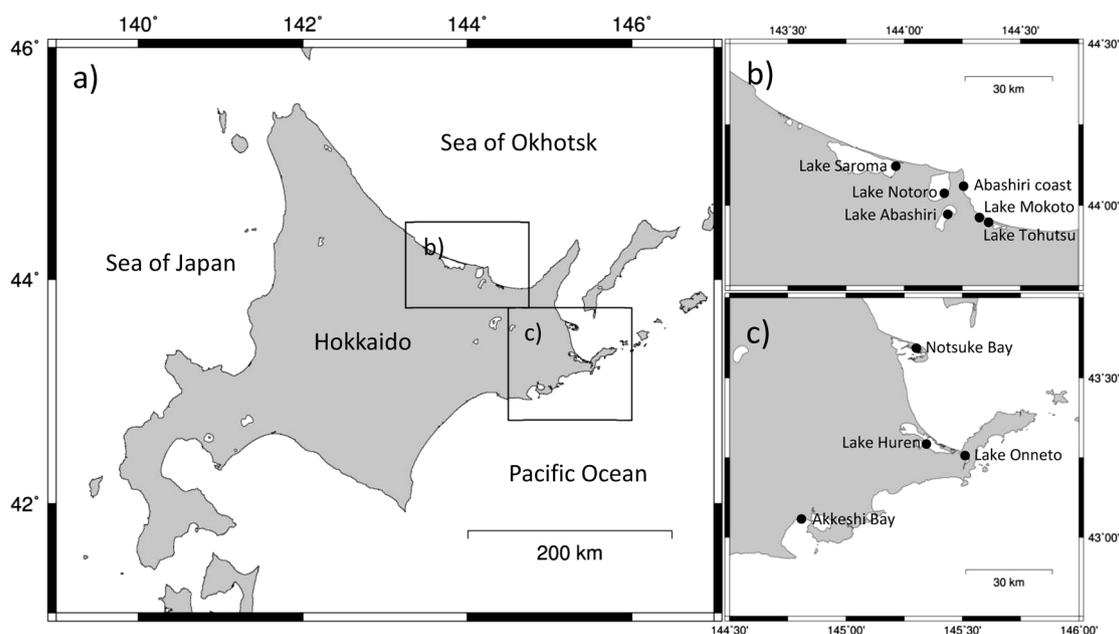
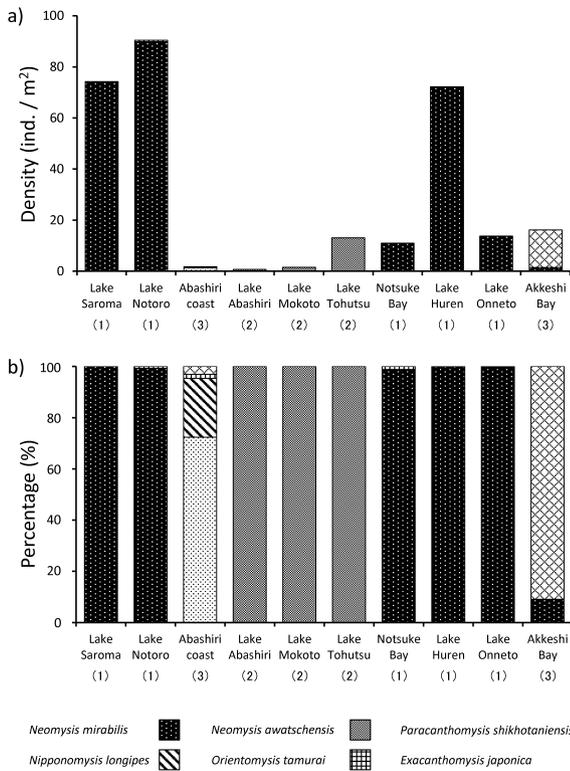


Fig. 1. a) Map of study sites in Hokkaido. b) Okhotsk region (Lake Saroma, Lake Noto, Abashiri coast, Lake Abashiri, Lake Mokoto and Lake Tohutsu). c) Pacific region (Notsuke Bay, Lake Huren, Lake Onneto and Akkeshi Bay).

**Table 1.** Environmental characteristics at each study sites. The vegetation was recorded at each sampling time. Other information came from noted references.

Site	Latitude (N)	Longitude (E)	Locality	Area (km <sup>2</sup> )	Max. Depth (m)	Yearly water temperature (°C)	Salinity	Vegetaitar	Sampling date	Reference (s)
Lake Saroma	44°07'	143°58'	Lagoon	150.0	19.5	ice covered~21.5	31-33	<i>Zostera marina</i>	May 5	1, 2
Lake Notoro	44°02'	144°10'	Lagoon	58.5	21.2	ice covered~23.0	30-33	<i>Z. marina</i> , <i>Z. caespitosa</i>	May 16	1, 3, 4
Abashiri coast	44°03'	144°15'	Coast	—	—	ice covered~20.0	33-34	<i>Z. marina</i> , sea weed (many species)	Mar 9	4
Lake Abashiri	43°58'	144°11'	Lagoon	33.0	16.1	ice covered~23.5	2-3	<i>Myriophyllum spicatum</i>	May 31	1, 3
Lake Mokoto	43°57'	144°19'	Lagoon	1.1	5.8	ice covered~24.0	1-22	<i>Chaeromorpha</i> sp.	Jun 20	1, 3
Lake Tohutsu	43°56'	144°21'	Lagoon	9.0	2.5	ice covered~24.0	2-11	<i>Z. japonica</i>	Jun 20	1, 3
Notsuke Bay	43°35'	145°19'	Bay	57.0	4.3	ice covered~18.0	15-17	<i>Z. marina</i>	May 29	5, 6
Lake Huren	43°17'	145°21'	Lagoon	56.4	11.0	ice covered~22.9	16-30	<i>Z. marina</i>	May 28	1, 7
Lake Onneto	43°15'	145°31'	Lagoon	5.5	6.7	—	—	<i>Z. marina</i>	May 28	1
Akkeshi Bay	43°03'	144°49'	Bay	102.6	24.0	-2.0~18.0	28-31	<i>Z. asiatica</i> , <i>Z. marina</i>	Mar 14	8

1. Hokkaido Research Organization, Environmental and Geological Research, Department institute of Environmental Sciences 2005. 2. Nishihama 1994. 3. Imada *et al.* 1995. 4. Tokyo University of Agriculture 2009. 5. Mizushima & Kakuda 1980. 6. Mizushima 1985. 7. Osanai *et al.* 1974. 8. Mizushima *et al.* 1983. There are no published data of water temperature and salinity in Lake Onneto.



**Fig. 2.** a) Average density of Mysidacea species at each study site. b) Percentage of number of individuals of Mysidacea species at each study site. The numbers under each study site indicate the group to which the mysids collected at the site were assigned.

## 結 果

全ての調査地を通して、5属6種のアミ類が採集された (Fig. 2). 密度はサラマ湖、能取湖、風蓮湖の3地点で72から90個体/m<sup>2</sup>と高く、一方、網走沿岸、網走湖、藻琴湖では0.7から1.8個体/m<sup>2</sup>と低かった (Fig. 2). 濤沸湖、

野付湾、温根沼、厚岸湾に関しては、密度では11から16個体/m<sup>2</sup>と比較的近かったが、種組成が調査地間で異なっていた (Fig. 2).

イサザアミ属からは、エゾイサザアミ *N. mirabilis*、イサザアミ *N. awatschensis* の2種が採集された。エゾイサザアミはオホーツク海側のサラマ湖、能取湖、太平洋側の野付湾、風蓮湖、温根沼および厚岸湾で確認された。エゾイサザアミの密度はサラマ湖、能取湖、風連湖で、それぞれ74, 90, 72個体/m<sup>2</sup>であった。また、厚岸湾以外のエゾイサザアミが出現した調査地では、エゾイサザアミはアミ類の個体数の99%以上を占める圧倒的な優占種であった。一方、イサザアミは網走湖、藻琴湖、濤沸湖で採集されたが、いずれの場所でも単一種で構成されており、濤沸湖で最高の13個体/m<sup>2</sup>であった。イソアミ属 *Paracanthomysis* からは *P. shikhotaniensis* が採集された。 *P. shikhotaniensis* は、風蓮湖と厚岸湾では4回の曳網で1回のみ、1個体 (0.03個体/m<sup>2</sup>) が採集されたが、網走沿岸では1.3個体/m<sup>2</sup>が採集され、採集されたアミ類の個体数の72.3%を占める優占種であった。モアミ属 *Nipponomysis* からは、アシナガモアミ *N. longipes* が網走沿岸でのみ採集され、0.4個体/m<sup>2</sup>で2番目に多い種であった。ハマアミ属 *Orientomysis* からは、タムラハマアミ *O. tamurai* が採集された。タムラハマアミの密度は0.03から0.6個体/m<sup>2</sup>と低いが、能取湖、網走沿岸、野付湾、風蓮湖、温根沼と広く採集された。 *Exacanthomysis* 属からは、エゾハマアミ *E. japonica* が採集され、網走沿岸では4回の曳網で2個体 (0.06個体/m<sup>2</sup>) が採集されたのに対し、厚岸湾では14.7個体/m<sup>2</sup>が採集され、アミ類の個体数の90.9%を占める優占種であった。

能取湖と網走湖の間に位置する網走沿岸では、全調査地点の中で最多の4種が採集され、その種組成は能取湖と網走湖で観察されたいずれの種組成とも異なっていた (Fig. 2). 共通種は能取湖で出現したタムラハマアミのみである

が、その個体数は4回の曳網の合計で、能取湖では21個体(0.6個体/m<sup>2</sup>)であったのに対し、網走沿岸では1個体(0.03個体/m<sup>2</sup>)であった。

## 考 察

本研究では、10 km から 150 km 程度と同緯度レベルのスケールであってもアミ類の種組成に調査地間で大きな変異が認められた。各調査地で出現したアミ類の種組成を基準にすることで、サロマ湖、能取湖、野付湾、風蓮湖、温根沼は、ほとんどがエゾイサザアミで構成されるグループ(第1グループ)として、網走湖、藻琴湖、濤沸湖はイサザアミのみで構成されるグループ(第2グループ)として、さらに、網走沿岸と厚岸湾は、3種以上採集されたグループ(第3グループ)として分けることができた(Fig. 2)。

この変異が生じた要因としては、まず、地形的要素が挙げられる。第1、第2グループはイサザアミ類が主たる構成種であったが、第3グループは他属のアミ類が主であった。第1、第2グループは、いずれも海跡湖沼と内湾で、比較的波当たりなど物理的攪乱の少ない閉鎖的な環境である。これに対して第3グループでは、網走沿岸は開放性の高い海岸であり、厚岸湾も他のグループの調査地と比較して湾口部が広いことから、いずれの調査地も波浪などの外海からの影響を強く受けると考えられる。イサザアミ類は閉鎖性の高い環境に多くみられる種であるため、物理的攪乱の影響の程度が、アミ類の種組成に変異を生じさせる大きな要因であろう。また、本研究で採集されたアミ類の多くはその生態の詳細は不明だが、他アミ種では沿岸域と沖合を水平移動する種も存在することが報告されている(森岡・高橋 1980; Jumars 2007)。したがって、第3グループで観察されたアミ類は水平移動によって、開放性の高い海域ほど種数が多くなった可能性もある。

地形的要素に加えて、アミ類の種組成の空間変異の要因として塩分も挙げられるだろう。第2グループではイサザアミ1種しか確認されていないが、他の調査地と比較して第2グループの湖沼では顕著に塩分が低く、イサザアミのみがその低塩分環境に適応している可能性が高い。また、一般にイサザアミ類は他の沿岸性アミ類より広い塩分耐性を示し、塩分環境が大きく変動する環境にも生息している(Mauchline 1980; González-Ortegón & Drake 2012)。そのため、開放性の高い沿岸域(第3グループ)と比べ、塩分環境が変動しやすい海跡湖沼や内湾(第1グループ)で、エゾイサザアミが優占するのかもしれない。本研究の調査地のひとつである厚岸湾に隣接する厚岸湖内では、塩分勾配に応じてイサザアミ類の種組成が変化することが報告されており(Yamada *et al.* 2007)、塩分はイサザアミ類の分布を決定する重要な要因のひとつだと言える。

本研究で示したイサザアミ類の種組成に見られる空間変異からは、調査した生息地間でのイサザアミ類の移出入は

乏しいと推察される。特に網走沿岸(第3グループ)の調査地は、沿岸距離にして約20 km離れた能取湖(第1グループ)と網走湖(第2グループ)の間に位置するが、その藻場からはイサザアミ類は採集されず、その一方で能取湖および網走湖では採集されなかったか、あるいは極めて採集数の少なかった他属のアミ類が採集された。能取湖では、湖面が解氷する4月から結氷前の12月までは、アミ類の99%以上がエゾイサザアミであり、アミ類の種組成に季節的变化はない(遊佐 未発表)。また、網走湖ではイサザアミ以外のアミ類が生息するという報告もない(網走市・東京農業大学 2000)。両湖は陸側から同一河川が流入することはなく、陸水部では完全に独立している。したがって、少なくとも能取湖と網走湖の間では、アミ類の移出入はほとんどないだろう。本研究は、湖沼や内湾の一地点で、一時期に限定して行ったものであるため、本研究の結果のみから、必ずしも断定的に論じることはできない。しかし、イサザアミ類は分散範囲の狭い直達発生でふ化することや(Mauchline 1980)、本研究で推察したように地形や塩分に依存して生息域が制限されるのであれば、それぞれのイサザアミ類個体群が独立している可能性は十分にある。イサザアミ類個体群の遺伝的変異については、少なくとも緯度間スケールでは報告されているが(Remerie *et al.* 2006; Remerie *et al.* 2009)、より狭いスケールでの変異は明らかではない。本研究で各イサザアミ類個体群の独立性が示されたことから、10 km から 150 km 程度と同緯度レベル内であっても、イサザアミ類個体群の遺伝的変異が検出される可能性は高い。

北海道東部の藻場における高い漁業生産がイサザアミ類に依存していることは、学術的報告は乏しいものの(水島 1981; 浅見・川尻 1997b; 千葉・河村 2011)、多くの漁業関係者は経験的に認識している(遊佐・千葉 私信)。しかし、それぞれの海域に生息しているイサザアミ属の種、あるいはその組成にまではほとんど言及されてこなかった。本研究を実施した春季ばかりでなく、その季節変化まで含めれば、本研究で示した3つのグループ間はもちろんのこと、それぞれのグループ内でもアミ類の種組成は大きく異なる可能性がある。また、本研究の結果では、イサザアミ類の個体数密度も調査地間で大きく異なっていた。データ量が十分ではないため、十分に議論することはできないが、このようなイサザアミ類の種組成や現存量の時空間変異は、それぞれの海域の漁業生産に関わる重要な問題である。したがって、産業的側面からもイサザアミ類の生態学的研究をより詳細に実施する価値は高いだろう。

**謝辞:** 本研究の野外調査を進めるにあたって、調査へのご協力とご理解を頂いたサロマ湖養殖漁業協同組合、西網走漁業協同組合、網走漁業協同組合、野付漁業協同組合、根室湾中部漁業協同組合の職員の方々に厚く御礼申し上げる。また、野外調査へのご協力を賜った北海道大学北方生物圏フィールド科学センター水圏

ステーション厚岸臨海実験所の職員の方々に心より感謝申し上げます。貴重なご助言をいただいた2名の匿名査読者にお礼申し上げます。本研究は、環境省地球環境研究総合推進費(E-1102)の助成を受けて行われた。

## 引用文献

- Aaser, H. F., E. Jeppesen and M. Søndergaard 1995. Seasonal dynamics of the mysid *Neomysis integer* and its predation on the copepod *Eurytemora affinis* in a shallow hypertrophic brackish lake. *Marine Ecology Progress Series*, 127: 47–56.
- 網走市・東京農業大学 2000. 網走市湖沼環境総合調査成果最終報告書. 網走市, 網走, pp. 83–234.
- 浅見大樹・川尻敏文 1997a. 網走湖におけるイサザアミ (*Neomysis intermedia*) の幼体の個体数密度, 雌雄比, 抱卵雌のサイズと抱卵数の季節変化. 北海道水産孵化場研報, 51: 23–29.
- 浅見大樹・川尻敏文 1997b. 網走湖産ワカサギ稚魚 (*Hypomesus transpacificus nipponensis*) の胃内容物および摂餌日周性について. 北海道水産孵化場研報, 51: 45–52.
- Brandt O. M., R. W. Fujimura and B. J. Finlayson 1993. Use of *Neomysis mercedis* (Crustacea: Mysidacea) for estuarine toxicity tests. *Transactions of the American Fisheries Society*, 122: 279–288.
- 千葉 晋・河村知彦 2011. 無脊椎動物資源からみた生態系サービス. In: 小路 淳・堀 正和・山下 洋(編), 浅海域の生態系サービス—海の恵みと持続的利用, 恒星社厚生閣, 東京, pp. 38–52.
- 千原光雄・村野正昭(編) 1997. 日本産海洋プランクトン検索図説. 東海大学出版会, 東京, 1574 pp.
- 福岡弘紀 2004. アミ類の保育と取り込み行動. 海洋と生物, 152: 221–224.
- González-Ortegón E. and P. Drake 2012. Effects of freshwater inputs on the lower trophic levels of a temperate estuary: Physical, physiological or trophic forcing? *Aquatic Sciences*, 74: 455–469.
- 北海道環境科学センター環境科学部地域環境科 2005. 北海道の湖沼改訂版. 北海道環境科学センター, 札幌, 314 pp.
- Hostens, K. and J. Mees 1999. The mysid-feeding guild of demersal fishes in the brackish zone of the Westerschelde estuary. *Journal of Fish Biology*, 55: 704–719.
- 今田和史・坂崎繁樹・川尻敏文・小林耕一 1995. 網走市4湖沼(網走湖, 能取湖, 濤沸湖, 藻琴湖)の湖盆形態と塩分環境. 北海道水産孵化場研報, 49: 37–48.
- Jumars, P. A. 2007. Habitat coupling by mid-latitude, subtidal, marine mysids: Import-subsidised omnivores. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 45: 89–138.
- 環境省自然環境局 2008. 第7回自然環境保全基礎調査浅海域生態系調査(藻場調査)報告書. 428 pp.
- Lill, A. W. T., G. P. Closs, C. Savage and M. Schallenberg 2012. Annual secondary production of two estuarine mysid species (Mysidacea: Mysidae) inhabiting an intermittently closed estuary, south-eastern New Zealand. *Marine and Freshwater Research*, 63: 385–834.
- Mauchline, J. 1980. The biology of mysids and euphausiids. *Advances in Marine Biology*, 18: 1–681.
- Mees, J., Z. Abdulkemir and O. Hamerlynck 1994. Life history, growth and production of *Neomysis integer* in the Westerschelde estuary (SW Netherlands). *Marine Ecology Progress Series*, 109: 43–57.
- 水島敏博 1981. アマモ場におけるホッカイエビの生態と生産, 1981. In: 日本水産学会(編), 藻場・海中林, 恒星社厚生閣, 東京, pp. 57–74.
- 水島敏博 1985. 野付湾のアマモ現存量と生産量の季節変化. 北海道水産試験場報告, 27: 111–118.
- 水島敏弘・角田富男 1980. 野付湾におけるホッカイエビ幼生の分布. 北海道水産試験場月報, 37: 87–101.
- 水島敏弘・宮本正夫・馬淵正裕 1983. 厚岸におけるホッカイエビの成長と分布. 北海道水産試験場月報, 40: 111–125.
- 森岡泰啓・高橋善弥 1980. コブヒゲハマアミの成長に伴う鉛直・水平移動. 日本海区水産研究所研究報告, 31: 153–159.
- 村野正昭 1963a. イサザアミ, *Neomysis intermedia* CZERNIAWSKY の漁業生物学的研究 I. 湖沼生産に演ずる役割. 水産増殖, 11: 149–158.
- 村野正昭 1963b. イサザアミ, *Neomysis intermedia* CZERNIAWSKY の漁業生物学的研究 II. 食性について. 水産増殖, 11: 159–165.
- 村野正昭 1964a. イサザアミ, *Neomysis intermedia* CZERNIAWSKY の漁業生物学的研究 III. 生活史, 特に生殖について. 水産増殖, 12: 19–30.
- 村野正昭 1964b. イサザアミ, *Neomysis intermedia* CZERNIAWSKY の漁業生物学的研究 IV. 生活史, 特に成長について. 水産増殖, 12: 109–117.
- 村野正昭 1966. イサザアミ, *Neomysis intermedia* CZERNIAWSKY の漁業生物学的研究 V. 環境要因に対する適応性. 水産増殖, 13: 233–245.
- 西浜雄二 1994. オホーツクのホタテ漁業. 北海道大学図書刊行会, 札幌, 218 pp.
- 長内 稔・田中寿雄・今田和史 1974. 北海道の湖沼, 人工湖の環境調査-1-頓別沼, 湧洞沼, 風蓮湖. 北海道立水産孵化場報告, 29: 125–146.
- Remerie, T., E. Gysels, A. Vierstraete, J. Vanfleteren and A. Vanreusel 2006. Evidence of genetic differentiation of the brackish water mysid *Neomysis integer* (Crustacea, Mysida) concordant with Pleistocene glaciations. *Vie et Milieu-Life and Environment*, 56: 15–22.
- Remerie, T., A. Vierstraete, P. H. H. Weekers, J. R. Vanfleteren and A. Vanreusel 2009. Phylogeography of an estuarine mysid, *Neomysis integer* (Crustacea, Mysida), along the north-east Atlantic coasts. *Journal of Biogeography*, 36: 39–54.
- Roast S. D., R. S. Thompson, J. Widdows and M. B. Jones 1998a. Mysids and environmental monitoring: A case for their use in estuaries. *Marine Freshwater Research*, 49: 827–832.
- Roast, S. D., J. Widdows and M. B. Jones 1998b. The position maintenance behavior of *Neomysis integer* (Peracarida: Mysidacea) in response to current velocity, substratum and salinity. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 220: 25–45.
- Roast, S. D., J. Widdows and M. B. Jones 2001. Effects of salinity and chemical speciation on cadmium accumulation and toxicity to two mysid species. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 20: 1078–1084.
- Søndergaard, M., E. Jeppesen and H. F. Aaser 2000. *Neomysis integer* in a shallow hypertrophic brackish lake: distribution and predation by three-spined stickleback (*Gasterosteus aculeatus*). *Hydrobiologia* 428: 151–159.
- 高橋一生 2004. 淡水・沿岸域におけるアミ類の摂餌生態(総説). 日本プランクトン学会報, 51: 46–72.
- 東京農業大学生物産業学部アクアバイオ学科 2009. 観測ブイによる能取湖の海洋環境連続観測結果(2006–2008). 東京農業大学生物産業学部アクアバイオ学科, 網走, 36 pp.
- Yamada, K., K. Takahashi, C. Vallet, S. Taguchi and T. Toda 2007. Distribution, life history, and production of three species of *Neomysis* in Akkeshi-ko estuary, northern Japan. *Marine Biology*, 150: 905–917.
- Yamada, K., M. Hori, Y. Tanaka, N. Hasegawa and M. Nakaoka 2010. Contribution of different functional groups to the diet of major predatory fishes at a seagrass meadow in northeastern Japan. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 86: 71–82.
- Yusa, T. and S. Goshima 2011. Life history of *Neomysis mirabilis* (Crustacea: Mysidacea) in Notoro Lagoon, Hokkaido, Japan. *Crustacean Research*, 40: 81–92.