

日本海南西部陸棚斜面上部の底層部における海況特性と底魚類の出現との関係

森脇晋平¹

Relation between hydrographic features and appearance of demersalfishes on the continental shelf/slope of the southwestern Japan Sea

Shimpei MORIWAKI

キーワード：陸棚斜面，日本海南西部，海況特性，底魚類

はじめに

日本海南西沿岸部の陸棚からその斜面にいたる海域は古くから底びき網漁業の好漁場が形成されることが知られている。^{1~3)} この海域における底魚類に関する群集・分布・魚類相を取り扱った調査研究事例はあるものの、^{4~9)} 底環境との関連に焦点を当てて解析した事例は必ずしも多くない。¹⁰⁾

一方、底層部の環境のうち水温・塩分の観測では近年各研究機関にCTD観測システムが導入されたことによりそれ以前に比べ精度の高い観測値が得られるようになった。今回、筆者は日本海南西部の陸棚から陸棚斜面上部で得られた海底付近の水温・塩分値を整理するとともに、その海水特性値と各観測点周辺における重要底魚類の漁況とを対比することによって各魚種がどのような水塊に対応して出現しているのかを調査した。

このような基礎的な環境要因と漁獲量などの対応関係の事例解析は漁場形成要因の調査研究においては基本的で重要な作業と思われる。ここでは得られた若干の知見を報告する。

資料と方法

この研究で用いた海洋観測資料は、「我が国周辺水域資源調査推進委託事業」の一環として1997年4月から2012年3月までの間、島根県から兵庫県日本海側沖合の陸棚上から陸棚斜面上部における12測点(図1, 表1)でCTDによって得られた最深

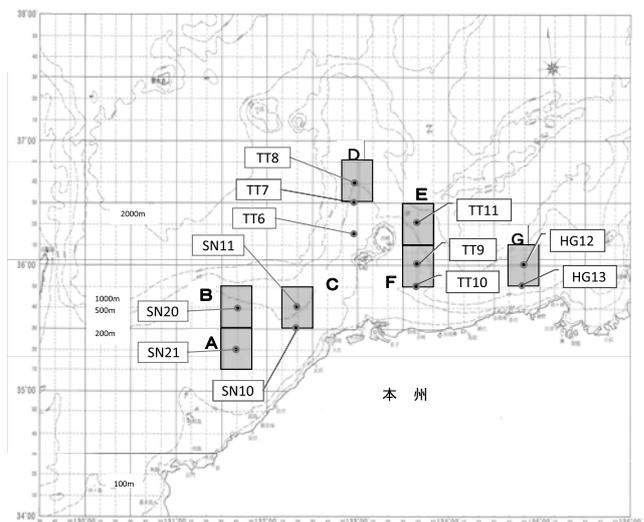


図1. 調査海域の地理的概要. SN, TT, HGの各点は海洋観測位置, A~Gは観測点を中心とした調査漁区をそれぞれ示す

部の水温・塩分の観測値である。観測は原則として1月と7月を除く月1回の頻度で行われているが、該当月の前月25日~当月の10日までに行われた観測値を用いることにし、そのうち観測点の海底から10m以内の深度における観測値を採用した。ここではこの基準によって得られた観測値を月別に累年平均し、その標準偏差も求めた。この報告で対象とした陸棚から陸棚斜面上部にいたる調査定点及び観測水深の情報を表1に示した。

一方、生物的資料として水産総合研究センター日本海区水産研究所発行の「日本海区沖合底びき網漁

¹ 漁業生産部 Fisheries Productivity Division

表1. 観測点の位置, 平均海深及び平均観測水深

観測点	緯度(N)	経度(E)	平均海深(m)	平均観測水深(m)
SN10	35° 30.0'	132° 20.0'	170.8	168.2
SN11	35° 40.0'	132° 20.0'	201.5	198.2
SN20	35° 40.0'	131° 40.0'	181.0	177.4
SN21	35° 20.0'	131° 40.0'	142.9	140.6
TT6	36° 15.0'	132° 58.0'	158.7	155.7
TT7	36° 30.0'	132° 58.0'	184.0	180.2
TT8	36° 40.0'	132° 58.0'	197.8	193.6
TT9	36° 00.0'	133° 40.0'	173.2	169.7
TT10	35° 50.0'	133° 40.0'	189.0	184.5
TT11	36° 20.0'	133° 40.0'	201.4	198.4
HG12	36° 00.0'	134° 50.0'	264.8	260.5
HG13	35° 50.0'	134° 50.0'	210.1	207.1

業漁場別漁獲統計調査資料」を使用した。2000年～2009年における海洋観測の測点(図1)周辺の4つの農林漁区(図1; A~G: 5'×5' 漁区の4漁区の集合)における漁獲量の季節変動を海洋観測の時間間隔に合わせて月毎にまとめ、累年平均値を提示し、海洋観測から得られた水塊の出現状況と対比して検討した。

用いる海況・漁況資料の時間スケールは「月単位」であり実際の海域の海況・漁況変動はそれよりも短いスケールであるが、^{11,12)} 一般にはこれより細かい時間スケールの資料は公表されていない。それゆえ「月単位」スケールの資料をつき合わせることで検討をすすめた。

結果と考察

漁場の海況特性 日本海南西沿岸海域の主要な底びき網漁場における漁場の海況特性をみるため、図1に示した12点の海底直上における水温・塩分の平均値と標準偏差の季節変化を検討した(図2)。

これまでの日本海における水塊分析の知見^{13~17)}から今回調査した測点の海底直上に出現する海水はその特性値によりいくつかの水塊に分類することができる。ひとつは(1)中層水とよばれるもので対馬海流水の主体をなす高温・高塩分で特徴づけられる水塊で、さらにこれを(2)中核水(水温14~17°C, 塩分34.4~34.7)と中央水(水温9~11°C, 塩分34.1~34.3)とに細分することもできる。また、(3)中層水の下層には日本海固有冷水(水温0.0~0.5°C, 塩分34.07前後)とよばれる様な深層水が存在し、日本海南西部での固有水の出現は水深200m以深にみられる。そして、(4)中層水と深層水との間には中間水(水温3~4°C, 塩分33.90~34.05)とよばれる水塊が存在するが、この水塊は日本海の前線帯付近で寒流系の表層海水が沈降したもので、塩分の極小で特徴づけられるが不明瞭で著しいものではない。

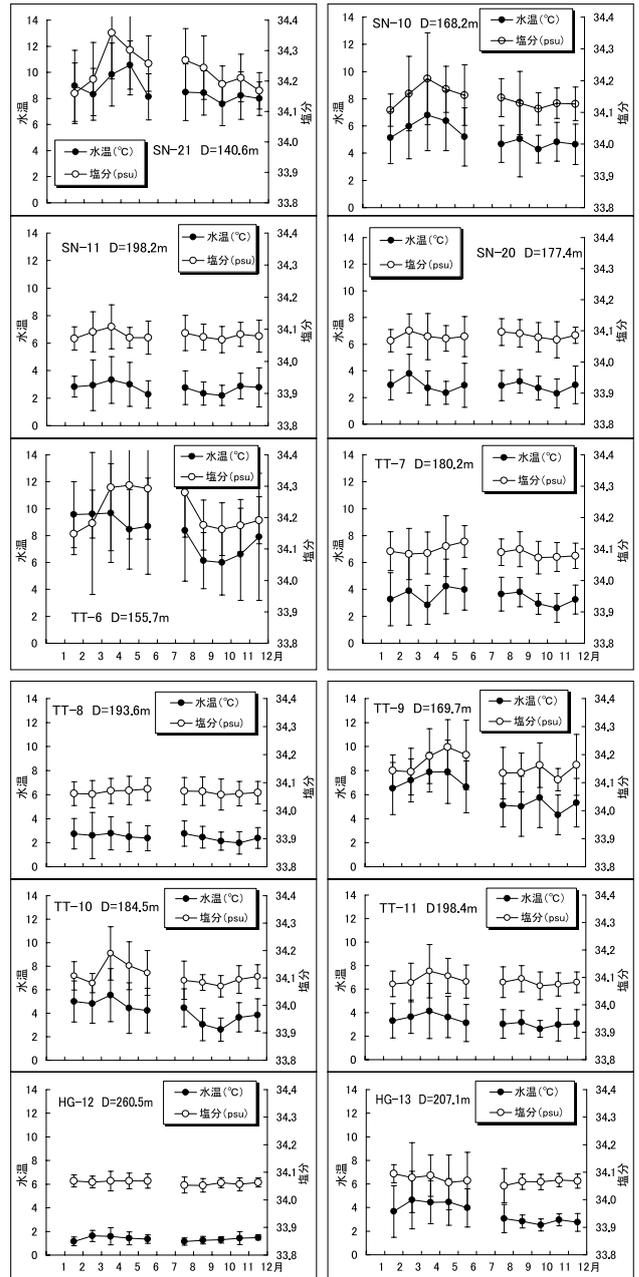


図2. 各海洋観測点の底層部における水温・塩分の季節変動

一方、浜田沖の陸棚付近の海洋構造を検討した知見¹⁸⁾からこの海域は(1)主温度躍層以浅には広く対馬海流水が分布しており、(2)主温度躍層の中心部は6~7°Cの等温線に相当しその上限はほぼ10°C等温線に一致すること、(3)5°Cの等温線及び塩分34.1の等塩分線の分布パターンは主温度躍層の下層部の分布とよく一致すること、(4)主温度躍層は水深150~170m付近で陸棚と交わっていることで特徴づけられる。

これらの水塊の特性値及び海洋構造をもとに各定点の海底直上の海況を各定点毎に検討すると以下

のようになる；

SN21 では一年を通じて水温の平均値は 8°C ～ 11°C 、塩分の平均値は34.15以上である。この海水は水塊分析の視点からみると中層水に該当し、さらに細かく分類すれば中央水とよばれるものに相当する。海洋構造的には主躍層の中心部からそれ以浅に出現する水塊であると判断される。SN10 では水温・塩分の季節的な変動パターンはSN21 と一致するが、水温 $4\sim 7^{\circ}\text{C}$ 、塩分34.1～34.2の範囲を変動し、海水特性値はSN21 を若干下回る。水塊としては中層水のうち中央水の下層部に属するもので、主温度躍層の下限に当たる海水と思われる。

これら2点の10～20海里沖合のSN11 及びSN20 では水温特性値及びその季節的な変動パターンは類似している。水温値は $2\sim 4^{\circ}\text{C}$ 、塩分値はほとんどが34.1以下であり、水塊分析的には中間水とよばれている海水に相当し主温度躍層以深の海水と考えられる。

隠岐諸島西方のTT6 の底層における海水の季節変動・海水特性は浜田沖陸棚上のSN21 のそれとほぼ一致する。また、それより15海里北方のTT7 のそれはSN11 及びSN20 のそれとほとんど同じである。さらに北方沖合のTT8 では海水特性値は水温 $2\sim 3^{\circ}\text{C}$ 、塩分34.1未満であり、中間水に相当する。

赤碕北方沖合のTT9 では水温 $4\sim 8^{\circ}\text{C}$ 、塩分34.1以上の海水特性値を示し主温度躍層の中心部から下限にかけての中央水の下部に相当する海水とみられる。TT10 では秋9～11月を除き水温は $4\sim 6^{\circ}\text{C}$ 、塩分はほぼ34.1以上で中央水下部の主温度躍層の下限に相当する海水であり、秋9～11月には水温・塩分ともに低下して水塊分析的には中間水の特性をもった海水が出現する。TT11 では水温 $3\sim 4^{\circ}\text{C}$ 、塩分34.1以下でありほとんど周年にわたり中間水によって占められる。

但馬沖合のHG13 の海水特性は水温 $2\sim 5^{\circ}\text{C}$ 、塩分34.1未満を示し、中間水の性質をもった海水で、一年中出现する。その沖合10海里のHG12 は今回の調査点で最も深度の大きい測定点である。水温は 1°C 台前半、塩分は34.06前後でほぼ年間を通して変動は少なく、標準偏差値も他の測定点に比べて大幅に小さい。この海水は経年変動が小さいことを示しており、海水特性から判断して日本海固有冷水のものではないがそれに近い水塊である。

このように日本海南西部の陸棚から陸棚斜面上部において出現する海水の特性値には調査点ごとに微妙な差異があった。すなわち、底びき網漁場を占める水

塊は漁場ごとに異なっていることが示唆される。

重要底魚類の出現と水塊との関係 主要な魚種が水塊の出現傾向とどのように対応しているのか漁獲統計資料に基づいて検討する。今回調査した海洋観測点のうち代表的な7点について、その定点を中心とした周辺海区A～G（図1）における各重要底魚類の漁獲量の上位の区と下位の区を選び、両者を比較することによってそれぞれの魚種がどのような水塊に出現するか逆に出現しないのかを判断することにした（図3）；

(1) ヒレグロ：漁獲量の多かった海区はB（中心点はSN20；以下同じ）とC（SN11）であった。逆に漁獲量の少なかった海区はF（TT9）とG（HG12）であった。これらの海区の中心にある調査定点の水塊と海況とを対比してみると、前者のBとCの漁獲の多い海区は中間水で占められているのに対して、後者のF（TT9）は中央水でありG（HG12）は日本海固有水に近い水塊に覆われている。このようにヒレグロは中間水の出現する海域—B及びC—で漁獲量が多いといえる。

(2) ソウハチ：漁獲量は海区E（TT11）とC（SN11）が多かった。2つの海区とも平均水温 $2.2\sim 4.1^{\circ}\text{C}$ 、塩分34.07～34.1の範囲にあり、中間水が占めている海域である。漁獲量の少なかったD（TT8）は水塊分析からすれば中間水ではあるが、前者の2海区に比較して水温は 2.8°C 未満でやや低く塩分も34.06～34.08とわずかに低い。これらの3海区の中心付近の深度は194m～198mの範囲（表1）にありほとんど一致しているにもかかわらず、漁獲量の差異がみられているのは本種の分布が水深よりも水塊の微妙な海水特性値の差異に規定されていることを示しているように思われる。最も漁獲量の少なかったG（HG12）は固有水に近い海水で占められていた。

一方A、B、FにおいてもC（SN11）よりは少ないけれどもほぼ同程度の漁獲量があった。これらの海区に出現する海水は水塊分析の視点からみると中央水～中間水に該当し、ソウハチは中間水～中央水にかけての幅広い水塊に生息している。

(3) ハタハタ：F（TT9）とE（TT11）の漁期終わりの4～5月と漁期始めの9月に集中して水揚げされた。E（TT11）は周年中間水で占められるがF（TT9）は基本的には中央水に覆われる。逆に漁獲量が大幅に少なかったB（SN20）とA（SN21）においても出現する水塊は、前者は中間水であり後者は主温度躍層以浅の中央水であった。このように

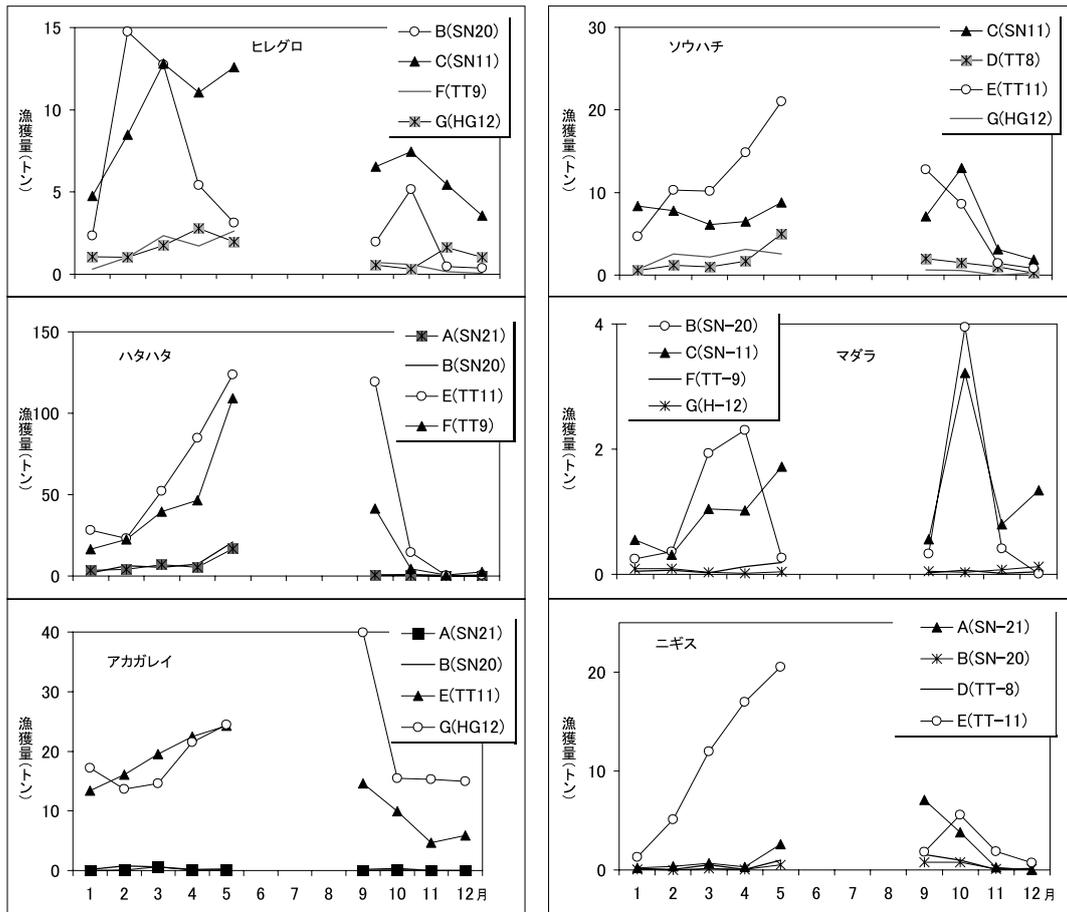


図3. 各魚種の観測点を中心にした調査漁区における漁獲量上位2区と下位2区の季節変動

本種は中央水～中間水にかけての水塊に広く分布した。

(4) マダラ：マダラはB (SN20) とC (SN11) において顕著に漁獲量が多かった。水温値は2～4℃、塩分値はほとんどが34.1以下であり、水塊分析的には中間水に相当する海水によって周年占められている。出現する水塊は上述のヒレグロのそれと同質であり、漁獲量の季節変動は2つの魚種ともに漁獲の峰が春と秋にありほぼ類似のパターンを示す。

一方漁獲量のほとんどみられなかったのはF (TT9) とG (HG12) であった。前者は中央水であり、後者は固有水に近い水塊であった。

(5) アカガレイ：G (HG12) とE (TT11) が漁獲量が多く、逆にB (SN20), A (SN21) ではほとんど漁獲されなかった。前者—漁獲量の多い海区—は周年にわたり中間水が出現する海域でありとくにG (HG12) は固有水に近い海水特性をもっている水塊に覆われている海域である。一方後者—漁獲量の少ない海区—のうちA (SN21) は中央水の躍層中心部以浅に分布する水塊に覆われているが、B

(SN20) は中間水で占められる海区である。

(6) ニギス：E (TT11) で3～5月に漁獲量が最も多くそれに次ぐA (SN21) では9月に漁獲のピークがみられた。B (SN20) は漁獲量が最もすくなかった。

E (TT11) では水温3～4℃、塩分34.1以下でありほとんど周年にわたり中間水によって占められる。A (SN21) では一年を通じて水温の平均値は8℃～11℃、塩分の平均値は34.15以上である。この海水は水塊分析の視点からみると中央水に該当し本種の多獲される水塊は中間水から中央水の範囲に及んでいる。一方漁獲の少なかったB (SN20) は周年中間水に占有される。このように漁獲量の多寡と漁場に出現する水塊との対応関係は乏しいように思われる。

水塊と底魚類の出現との関係の評価と若干の議論 日本海の海洋動物の分布特性を海洋構造と関連させながら検討した西村¹⁹⁾は、底層生物相のいわゆる“岡場”社会と“鱈場”社会とを識別するなかでそれらに属する底魚類の出現と水塊との対応関

係を明らかにした。また、漁獲試験の結果から今回取り扱った各重要底魚類の多獲あるいは最適漁獲水温・塩分 — 例えばヒレグロ,^{1, 20, 21)} ソウハチ,^{1, 22, 23)} ハタハタ,^{21, 24 ~ 25)} アカガレイ,¹⁾ ニギス^{21, 22, 26)} — が報告されている。これらの諸結果と今回得られた各魚種の漁獲量の多い海区の底層部に主に出現する水塊の特性値とを対比してみると、大きな差異はなく大筋では一致する。

今回の調査から日本海南西部陸棚斜面上部の底層部に出現する水塊の季節的变化が明らかになったが、各魚種の漁獲量の多寡を生息密度の疎密とみなし生息域の水塊との関係を見ると、ヒレグロ、アカガレイ、マダラは中間水という1つの水塊に対応して出現していた。このように各魚種の分布を決めるうえで水塊の要因が基本的に重要であることは否定できないが、適水塊の存在が必ずしも生息分布に第一義的に作用・規定するとは限らない。たとえば隠岐海峡の東部海域にも中間水は分布するが、ヒレグロやマダラの分布は薄い。逆に隠岐海峡の西部海域においても中間水は存在するもののアカガレイは東部に比較して漁獲量はすくない。

西村¹⁹⁾はヒレグロの地理的分布パターンは沿海州南部から朝鮮半島東岸沿いに本州山陰沿岸に分布しているとしている。また逆方向の北海道から北部本州の日本海沿岸側に分布しているものの存在も指摘されており、¹⁹⁾これから類推するとアカガレイの地理的分布は日本列島日本海側を北から南下するパターンを示すのであろう。このようにヒレグロやアカガレイの生息分布は適水塊の存在とともに種の地理的分布パターンにも依存していると考えられる。

一方ニギス、ハタハタ、ソウハチは複数の水塊に亘って出現している。いかえれば相対的に広い範囲の水温・塩分帯に生息しているといえ、この海域の生息分布は水塊特性値よりも他の要因により強く支配されていると考えられる。ハタハタは日本海西部を索餌場として生息し、成熟した個体は域外に移出する。²⁴⁾またニギス漁獲量と食性・胃内容物重量の季節変化とを対比すると本種は漁獲量の高くなる時期にオキアミ類を盛んに捕食している。²⁶⁾したがってこれらの魚種は索餌目的のために最も適切な水域に分布していると考えられ、水塊の条件よりも餌生物の存在がより強く生息分布に影響を与えている可能性がある。

以上のように日本海南西海域の陸棚斜面上部における底びき網漁場という一空間をみると出現する水塊は微妙に異なり、それに

対応して分布している魚種もみられた。他方、隠岐北方から東方にかけての等深線が大きく屈曲する海域に湧昇が顕著になり²⁷⁾生産性が高くなると考えられ、水塊の差異だけではなく高い生産性に由来する生産物を索餌するために最適の水域に分布すると思われる魚種もみられた。

このように魚種により漁場形成要因となる環境要因は異なると推測され、さらに魚種の違いだけでなく同じ魚種であっても発育段階や生活年周期の違いによって環境に対する内容は異なっている²⁸⁾と考えられる。今後この海域での陸棚縁辺部(産卵場や育成場)の漁場環境、環境条件(物理化学・餌料生物などの生物学的特性)を明らかにすることが重要であり、底魚類各種の再生産特性(成長段階別分布特性、成熟度、産卵期など)との関係を解明する調査研究事例をさらに継続していく必要がある。

謝辞

資料の整理にあたり当水産技術センター元職員村上久美子さんと亀井由里子さんの手を煩わせた。ここに記して感謝します。用いた資料の一部は水産庁「我が国周辺水域資源調査推進委託事業」によって得られたものである。調査に従事された関係機関に深く感謝します。

文献

- 1) 日本海区水産研究所・他(1960)日本海西南海域の底曳網漁業とその資源。C漁場, 61-112.
- 2) 佐野 茂(1980)山陰沖の底魚漁場とその資源。鳥取県水産試験場報告, 21, 18-59.
- 3) 長浜達章, 岩佐隆宏, 南山卓範, 大石賢哉, 大野泰史(2001)兵庫県但馬地方における底びき漁業の漁獲実態-I。兵庫水試研報, 36, 35-47.
- 4) 木下貴裕(1985)日本海南西海域における夏季の魚類相及び大型底生生物相。漁業資源研究会議 西日本底魚部会報, 13, 37-52.
- 5) 渡辺 徹, 伊藤勝千代, 小林敏雄, 名角辰郎, 吉岡三良(1958)兵庫県津居山沖における底魚群集構造に関する研究。兵庫県水試報告, 9, 1-20.
- 6) 中原民男(1969)山口県沖合大陸棚に分布する重要底魚資源。山口外海水試研報, 11(2), 1-70.

- 7) 内野 憲 (1982) 京都府沖合水深 130 m ~ 280 m 水域における夏期の底魚の分布. 京都海洋センター研報, 6, 45-50.
- 8) 森脇晋平, 松本洋典, 為石起司, 若林英人, 田中伸和 (2006) 島根県敬川沖における魚類の出現特性—II 底生魚類群集の季節的消長の特徴. 島水試研報, 13, 21-44.
- 9) 藤原邦浩, 宮嶋俊明, 山崎 淳 (2009) 京都府沖合における底魚類の群集構造の年変動. 日本海ブロック試験研究集録, 44, 37-38.
- 10) 森脇晋平, 小川嘉彦 (1989) 日本海南西海域における“底部冷水”の底魚類への影響. 東北水研研報, 51, 167-181.
- 11) 森脇晋平, 小川嘉彦 (1991) 浜田における水位と“底部冷水”の変動との相関. 水産海洋研究, 55, 307-314.
- 12) 小川嘉彦, 中原民男, 林 泰行 (1972) 日本海西南海域における海況短期変動の観測例. 山口県外海水試研報, 12 (4), 23-26.
- 13) 宇田道隆 (1934) 日本海及び其の隣接海区の海況. 水産試験場報告, 5, 57-190.
- 14) 森安茂雄 (1976) 日本海の海洋物理. 続・海洋物理学研究, 28-34, 海洋出版株式会社.
- 15) 宮崎道夫 (1953) 日本海の水塊に就いて (海況予想の研究 II). 北海道区水産研究所研究報告, 7, 1-65.
- 16) 沖山宗雄 (1974) 日本海々域の生物学的特性—生物相の特徴— 対馬暖流—海洋構造と漁業 (水産学シリーズ 5). 日本水産学会編, 42-55.
- 17) 小川嘉彦 (1974) 日本海の高塩分水と対馬暖流. 水産海洋研究会報, 24, 1-12.
- 18) 森脇晋平, 小川嘉彦 (1988) “底部冷水”の海況学的特性. 東北水研研報, 50, 25-47.
- 19) Nishimura, S. (1969) 4. Distribution of Animal Populations in Relation to the Hydrography of the Japan Sea. The Zoogeographical Aspects of the Japan Sea Part V. Publ. Seto Mar. Lab., XVII (2), 67-105. *
- 20) 谷口三男, 清野精次 (1980) 京都府沖合のヒレグロの分布生態 (予報). 京都海洋センター研報, 4, 45-51.
- 21) 伊藤正木, 田川 勝 (1993) 日本海南西部における底魚類の分布と底層環境について. 西日本底魚部会報, 21, 21-47.
- 22) 小嶋喜久雄, 大森迪夫, 北島忠弘, 山中完一, 久保田勝彦, 築山一雄, 団野貞明 (1983) 日本海西南海域における夏季の底生性魚類相及び大型底生動物相と分布特性. 西日本底魚部会会議報告 (昭和 57 年度), 5-24.
- 23) 渡辺 徹 (1956) 日本海の底魚漁業とその資源 (ソウハチ). 日水研研究報告, 4, 249-269.
- 24) 鳥取県水産試験場 (1989) ハタハタの生態と資源管理に関する研究報告書, 53-81.
- 25) 島根県水産試験場 (1989) ハタハタの生態と資源管理に関する研究報告書, 83-118.
- 26) 兵庫県但馬水産事務所・石川県水産総合センター (2000) 日本海におけるニギスの生態と資源利用に関する研究 (新技術地域実用化研究促進事業総合報告書), 85pp.
- 27) 宇田道隆 (1958) 対馬暖流開発調査報告書第 1 輯 (漁況・海況篇), 511-513.
- 28) 川崎 健 (1973) 水産資源の分布と環境. 海洋学講座 第 12 巻 水産資源論 3 章 生物と環境論 (東京大学出版会), 73-78.

* 直接参照しなかった。