

うしお

第263号

平成7年1月



「かごしま旬のさかな」

冬のさかな(1)：マイワシ

日本沿岸各地，黄海，東シナ海に分布。回遊性で本県沿岸には1月中旬頃，産卵のために南下してくる。まき網，定置網等で漁獲される。

アジ，サバとともに大衆魚の代表。価格の割には味も栄養もずば抜けている。塩焼き，煮つけ，フライなど用途も広いが，新鮮なものは刺身がうまい。源氏物語を書いた「紫式部」のイワシ好きは有名な話である。

目次

海産稚仔魚とH U F A	1
魚粉にかわるたんぱく質源について ...	3
水温環境用語について	5
黒潮北縁域に伴う甌海峡の 水温変化について	7

鹿児島県水産試験場

海産稚仔魚とHUF A

マダイなどの魚類種苗生産研究が盛んになった昭和40年代に、マダイ仔魚の消化管の中に摂餌されたままのワムシが未消化で生きてまま充満して腹部が膨満し、大量死する現象が発生しました。調べてみると消化管内にビブリオ菌の1種が多くみられ、「腹部膨満症」と名付けられた疾病でした。

この原因は、後になって、ワムシ餌料としてパン酵母を単独で使用したためにHUF A（高度不飽和脂肪酸）、つまり、EPA（エイコサペンタエン酸）やDHA（ドコサヘキサエン酸）の不足であることが判りました。

そして、飼育水槽にナンノクロロプシス（海産クロレラとも称している微小藻類：ナンノと略す）を添加することで、飼育水中のワムシがこのナンノを摂餌してHUF Aを補給することで解決しました。

それでは、自然の海で稚仔魚が摂餌しているものは何でしょうかというとその大部分がコペポーダなどの小さな甲殻類です。

そこで、5月初旬に採集されたコペポーダなどの天然プランクトンの脂肪酸組成の1例を示しましたが、この

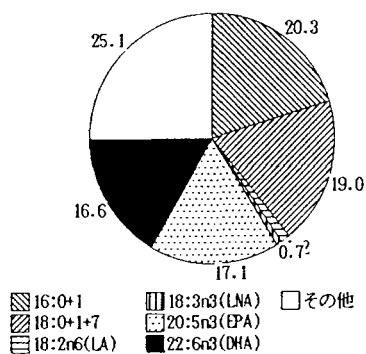


図1 天然プランクトン（5月初旬）

中のEPAとDHAの合計は34%をも占めています。もちろん、海の中ではプランクトンの組成は刻々と変わりますので、この値も一つの参考値ですが、海で稚仔魚が実際に摂餌していることから理想的な比率の1例と考え

て良いと思われます。

ちなみに淡水魚では、陸上の植物や淡水クロレラなどに多く含まれるLA（リノール酸）やLNA（リノレン酸）

が必須脂肪酸です。このように淡水魚と違って海産魚ではEPAやDHAなどのHUF Aが必須と考えられます。このことは、淡水魚と海産魚の自然の餌料が、それぞれに適合していることで当然のことながら自然の妙といえます。

これに対して、われわれが稚仔魚を飼育する場合に餌料として使われるワムシですが、現在、大量生産できる唯一の生物餌料なのです。この脂肪酸組成は、当然のことながらワムシが摂餌する餌によって変化します。

現在、ワムシの餌として普遍的に使われているナンノは、DHAが殆どなくて、その代わりにEPAで40%も

占められています。これに対して、キートセラスなどの浮遊珪藻類は、ナンノの比べてDHAの比率が高くなっています。

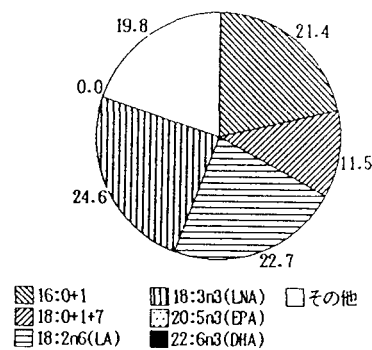


図2 淡水クロレラ

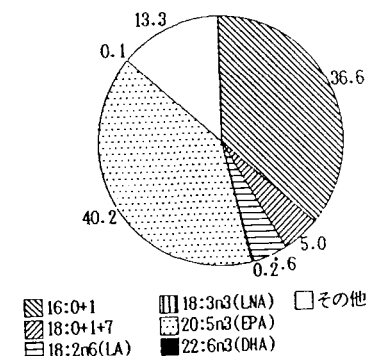


図3 ナンノクロロプシス

自然の海では、この浮遊珪藻類がコペポータの主な餌料になっていますので、摂餌した餌料から

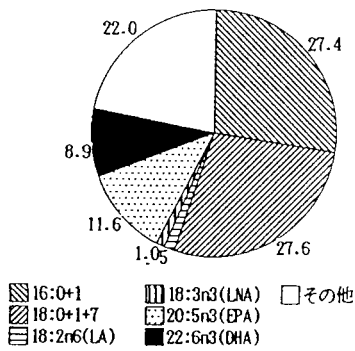


図4 キートセラス (珪藻)

このHUF Aを体内に蓄積していると推察されます。これは、浮遊珪藻のキートセラスのHUF Aの比率に比べてコペポータのそれがより高くなっていることからうかがえます。

本来、このコペポータが稚仔魚の餌としては最も優れています。今から10数年前にコペポータの大量生産研究が多くの機関で行われましたが、安定した培養技術を完成させることができなくて現在に至っています。

そこで、現在では、コペポータに近づける便宜な手段としてワムシの生産時(1次培養)に、ナンノやパン酵母あるいは油脂酵母を餌料とし、さらにHUF Aを強化するために2次強化として、乳化油や油を含む配合飼料をワムシに摂餌させて強化を図っています。さらに、魚種によってはビタミンCやβカロチンなどの強化も行われています。

余談ですが、このように追加強化の手間が省けるような配合飼料でワムシの1次培養が可能になれば、かなりの省力化になります。

それでは次に、2次強化のワムシの脂肪酸組成をみてみましょう。

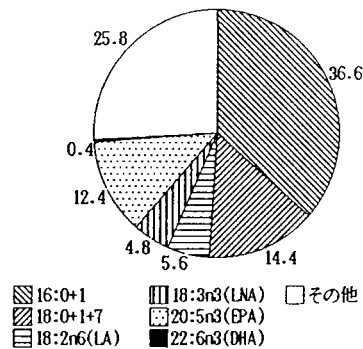


図3 ナンノクロロプシス強化ワムシ

まず、ナンノクロロプシスのみで強化した

ワムシは、EPAが12%で、DHAは0.4%と僅かで、先述した天然プランクトンの組成とはかなり異なりますが、マダイ稚仔魚では、このワムシでもそれなりに飼育できます。しかし、シマアジやイシダイ、イシガキダイの稚仔魚は、DHAがより多く必要といわれています。そこで、強化

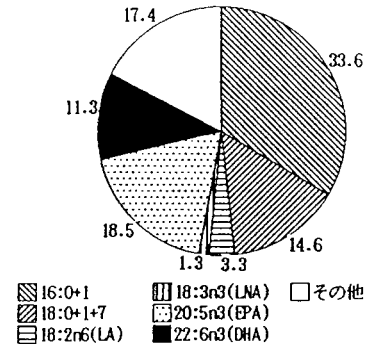


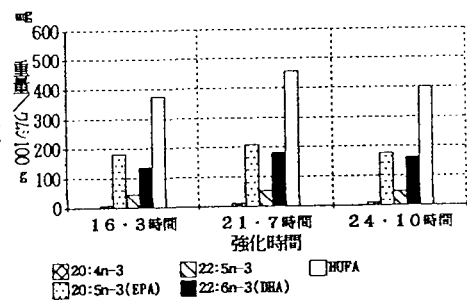
図5 SRVワムシ

剤として微小藻類の粉末にマグロ油などを染み込ませたSR II, Vなども使用しています。しかし、DHAの比率では天然プランクトンには、まだかきません。ワムシは、コペポータと違って餌料からのHUF Aを多量に蓄積する能力に欠けていますので、ワムシの活力を落とさないようにして、いかにしてHUF Aを取り込ませるかが最大のポイントです。

問題なのは、仮に、理想的な比率の強化剤でワムシ強化を試みたとしても、脂質や脂肪酸の絶対量がその稚仔魚にとって不足していると稚仔魚の活力が低下し、大量死の一因にもなり

ます。

SR Vで強化したワムシのHUFAの絶対量



ワムシのHUFA組成 (SRVで2回強化)

を示しましたが、DHAとEPAの比率は良いとして、今後は、飼育水温に応じたHUF Aの最低必要量(絶対量)を実際の稚仔魚飼育の中からみだして、確立していく必要があります。(栽培漁業センター 藤田)

魚粉に代わるタンパク質源について

1. マイワシ資源の現状

養殖用飼料や、加工原料として重要なマイワシの全国の漁獲量は、昭和63年の450万トンをピークに、その後急激な減少傾向にあり、昨年は200万トンを下回っています。

マイワシを主原料とする沿岸魚粉（以下魚粉と略）は、養殖用餌料の主タンパク質として広く使われており、その他の蛋白質源は補助的に使用されるにとどまっていた。今後、マイワシの減少により、魚粉以外の素材を積極的に利用する必要が生じてきています。

以下、魚粉の代替タンパク質源として研究されている主な素材を紹介し、その利点や問題点、さらに県が実施している事業を紹介したいと思います。

2. 主な代替タンパク質素材について

魚粉の代替素材についての研究は、ここ数年大学、国および県の研究機関等によって盛んに研究されています。栄養価の高い魚粉を代替する素材の条件としては次のことが考えられます。

- ① 供給量が安定していること。
 - ② 安価であること。
 - ③ タンパク質含量が高いこと。
- ③をあげたのは、魚類は家畜と異なり、炭水化物をエネルギー源として利用する能力が低いため、養魚飼料用のタンパク質素材としては、粗タンパク質含量が40～50%以上ある高タンパク質素材であることが望ましいからです。

次に現在、代替素材として研究が進んでいる主な素材を紹介します。

1) 脱脂大豆油粕

大豆から食用油、胚芽およびでんぷんを抽

出した後の残さで、代替素材として最も研究が進んでおり、飼料中の20～30%は代替可能であるとの報告があります（示野ら1992）。

2) コーングルテンミール

とうもろこしから食用油、胚芽およびでんぷんを抽出した残さ。

3) ビール粕精製粉末麦芽タンパク（MPF）

ビール製造の際の麦芽の糖化行程で生じるビール粕から殻皮を除去したもので、魚粉の20～40%を代替可能と報告されています（山本ら1994）。

4) 菜種油粕

菜種から食用油等を抽出した残さ。

以上の代替素材は、農産加工および醸造工業の副産物が用いられています。これらは植物性素材ですが、原料は粗タンパク質含量が低い物質です。しかし種々の処理で粗タンパク質含量が向上しており、養魚用飼料の原料として十分利用可能な物質となっています。

その他、養鶏業から産出するミートミール、フェザーミール；カツオ加工業から産出するカツオ荒粕等、これまで養魚用飼料原料として利用されなかった素材を有効に利用する研究が進められています。

3. 代替タンパク質素材の問題点と対策

代替タンパク質素材の主なものは植物性素材ですが、これらには次のような問題点があります。

まず、豆類や穀物等の植物種子には、タンパク質の消化を阻害するトリプシンインヒター（TI）や、摂餌や消化を阻害するサポニン等の生理阻害物質が含まれております。また、難消化性の炭水化物を多く含んでいます。これらの植物性素材を、大量に添加する

ことは困難でした。しかし素材をアルコール洗浄、エクストルーダーによる加熱、加圧処理することで阻害物質が減少し、炭水化物の利用性を高めることができます。

次に植物性素材のアミノ酸組成は、魚類の必須アミノ酸組成を十分満たしていないことがあげられます。表に、魚粉および主な魚粉代替素材の一般成分と必須アミノ酸組成を示しました。

表 魚粉および主な代替素材の一般成分およびアミノ酸組成

分析試料	魚粉	脱脂大豆油粕	コーングルテンミール
(%)			
水分	9.6	10.7	9.9
粗タンパク質	74.2	49.8	69.2
粗脂肪	10.0	2.2	7.1
A/E A (mg/1000mg)			
スレオニン	96.4	96.6	65.9
バリン	102.4	96.6	76.9
メチオニン	69.3	38.6	49.4
イソロイシン	87.3	91.8	68.7
ロイシン	165.7	183.6	329.7
フェニルアラニン	87.3	115.9	123.6
ヒスチジン	84.3	62.8	195.1
リジン	180.7	154.6	33.0
アルギニン	126.5	159.4	57.7

A：アミノ酸，E：必須（乾物当たり）

これを見ますと、脱脂大豆油粕は魚粉に比べメチオニンが、コーングルテンミールはリジンの含量が低いことがわかります。よって、これらの多量添加は、成長や飼料効率の低下の原因につながります。そこで結晶アミノ酸を添加したり、アミノ酸組成の異なる素材を併用添加することで互いの短所を補い、アミノ酸バランスが改善されることが報告されています（Pongmaneeratら1992）。

4. 本県の魚粉代替素材の研究について

本県の海面養殖収穫量は、平成4年は4万1100トンで、全国有数の養殖県であります。

試験場としても、魚粉の代替素材の研究は必要不可欠のものと考え、次のような事業に

取り組んでいます。

1) 養殖代替飼料開発研究

本県カツオ加工業で大量に産出される残さに着目し、その有効性を検討しています。試験はモジャコを対象として、粉末素材のみを混合したシングルモイストペレットを用いて飼育試験を行い、カツオ荒締粕の配合割合を変えて、魚粉のみの試験区と比較しました。

試験の結果、カツオ荒締粕は飼料の30%まで置き換えても、魚粉区と遜色ない成長を示しました。これによりカツオ荒締粕の有効性が示唆されました。今後、長期飼育試験を実施する等、実用面について検討していきたいと思えます。

2) 餌料対策型養殖パイロット事業

脱脂大豆油粕は、20～30%を魚粉と代替可能であることは先に述べましたが、それは実験室レベルでの話であり、実際の養殖形態での試験はほとんど例がありませんでした。そこで本事業では魚粉の一部を脱脂大豆油粕に置き換え、生餌と混合してモイストペレットとして給餌し、飼育試験を実施しました。試験魚は当年物のブリとカンパチを用い、甌島の里村に搬入し、養殖生簀にて約1年間飼育しました。飼料は魚粉中に脱脂大豆油粕を10%添加した区を対照として、25%添加した区について検討しました。

試験の結果、ブリ、カンパチとも25%添加区の方が成長がよく、脱脂大豆油粕の有効性が実証されました。

これまで述べてきたように、代替素材の利用可能性について、順次良好な成果が報告されつつありますが、このような研究はまだ歴史が浅く、今後新素材の検討や、養殖規模での実用性の検討が必要であると思えます。

最後に、これらの成果が養殖用飼料の安定供給に役立つことになれば幸いです。

(化学部 西)

水産環境用語について

平成5年11月・うしお第258号では「汚染の物差しCOD」という題目でCODについて紹介し、漁場の汚染進行は流動的な水質CODよりも底質のCODに顕著に現れるということを説明しました。今回は、実際の調査結果をグラフにし、説明してみたいと思います。また、ほかの水産環境用語についても紹介したいと思います。

水質CODと底質CODの経年変化

図1、2では、漁場環境監視点検調査を実施している漁場の中からいくつかの漁場を例にとり、さらに3つの海域に分けて各海域の平均値を示してあります。

まず、水質CODの経年変化を図1に示しました。水質CODは図1に示したように、どの海域においても増減を繰り返しながら1mg/ℓ前後の値で推移しています。水質CODにおいては値の経年的な上昇はみられず、漁場の汚染が進んでいるようには感じられません。

次に、底質CODの経年変化を図2に示しました。底質CODはいずれの海域においてもCOD値の上昇が見受けられ、漁場の汚染がだんだんと進んできたことが判ります。底質CODは海域によって値の上昇が緩やかであったり急であったりという差がみられますが、これは漁場の物理的な環境条件の違いによるものです。この3ヶ所の海域のうち、値の上昇が急であったC海域はA、B海域よりも水深が浅く(約30m)残餌や糞、網の汚れなどが生け簀直下に貯まり易い環境であるため汚染の進行が速いように見えます。A、B海域は水深が深い(100m以上)所や潮流が速い所があり、残餌などの汚れは拡散によって生け簀直下のみでなく広範囲に広がって沈降して行くため、排出する汚れの量は同じ程度でも汚染の進行が遅いよ

うに見えます。

このように底質CODの経年変化は、各漁場の物理的環境条件によって差が見られるものの、漁場汚染の進行を知る重要な手がかりとなります。

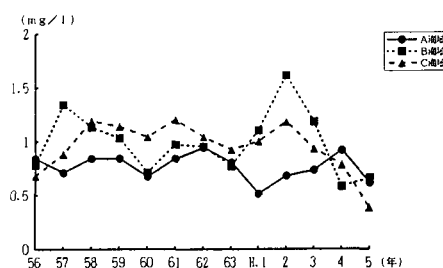


図1 水質CODの経年変化

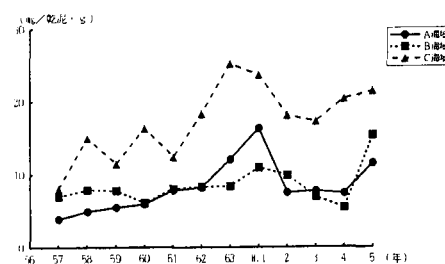


図2 底質CODの経年変化

水産環境用語

水産関係、特に活魚関係では水産環境用語を知っておく必要があります。例えば漁場環境に起因する問題(魚の異常なへい死、成長不良、ストレスによる肉質の低下等)が生じたときには、原因を究明し対策をたてなければなりません。その際に、原因となった環境項目の値における、魚にとっての安全な値、危険な値を知らないと、原因となる項目が判っても適切な対策が行えないばかりか、あれこれ考えている間に更に被害を増大させてしまう恐れもあります。

次ページの表では、比較的良好に耳にする水産環境用語について簡単に説明してみましたので、参考にしてもらえると幸いです。

(生物部 徳永)

水産環境用語

用 語	用 語 説 明	備 考
塩 分	海水に含まれる無機塩類の全量を規定する量。現在では電気伝導度の測定値から算出されている。通常は表層から深くなるにつれて値が高くなる。大雨後の表層塩分が異常に低下した状態は水潮と呼ばれる。	鹿児島湾では32～34.5程度であるが、梅雨期には表層部で20以下に低下することもある。
pH	水素イオン濃度を示す数値。1ℓ中の水素のgイオン数の常用対数。数値が低いと酸性、高くなるとアルカリ性。低すぎ、高すぎは生物に悪影響を与える。	海水のpHは普通7.8～8.3 淡水のpHは普通6.7～7.5 生物に安全な値は6.5～8.5
COD (mg/ℓ)	化学的酸素要求量。水中又は底質中の、酸化され得る有機物などの量を示す値で、水の汚れの程度を知る一つの指標である。この値が大きいほど汚れた水又は底質であると言える。	鹿児島湾では、1mg/ℓ以下の水域が多い。魚類養殖場などでは2～3mg/ℓを示すこともある
DO (mg/ℓ)	溶存酸素。水中に溶け込んだ酸素の量。 水産用水基準では、6mg/ℓ以上必要であるとしている。 一般海域では通常6～8mg/ℓを示す。	鹿児島湾では、秋の貧酸素現象時に4mg/ℓ以下となる場合があり、ハマチ等に摂餌不良やへい死の危険性が生ずる
透明度 (m)	セッキの透明度板（直径30cmの白い円板）を沈めてゆき、見えなくなった深さをいう。 水の濁りの程度を知ることができる。	鹿児島湾では夏4～6m、 冬6～10m 大雨後は0.5～1.5m
懸濁物質 (SS)	水1ℓに懸濁している微細な物質の量。プランクトンや水中の泥等が含まれる。濁りの原因物質の重量であるため、透明度が悪くなるほど値は高くなる。	鹿児島湾では2～5mg/ℓを示す事が多い。外洋水は2mg/ℓ未満を示す事が多い。
NH ₄ -N	アンモニア態窒素。量が多くなると生物に対し毒性を示す。また、pHが高いほど毒性が強くなる。	これらの窒素分は、海藻やプランクトンなどの栄養分となり、海の生産力に関わる。
NO ₂ -N	亜硝酸態窒素。	しかし、多すぎると赤潮の発生原因にもなる。
NO ₃ -N	硝酸態窒素。	降雨後などは降水、河川水がこれら窒素分を運び込み値が高くなる。
T-N	全窒素。(NH ₄ -N、NO ₂ -N、NO ₃ -Nの他に有機態の窒素も含めた水中の全窒素)	NH ₄ -N、NO ₂ -N、NO ₃ -Nの合計をDIN(無機態窒素)という
PO ₄ -P	無機態のリン。DIPともいう。	りん分も窒素と同じように栄養分となる。鹿児島湾ブルー計画ではT-Pの目標値を0.03mg/ℓとしている。
T-P	無機・有機態の全てのリン。	
クロロフィル	葉緑素のこと。水中のクロロフィル量は植物プランクトン量の指標となる。すなわち値が高ければ植物プランクトンが多いと言える。	海域の生産力の指標ともなる。
残留塩素	遊離の塩素及び酸化性の結合形塩素。 遊離塩素は多いと生物に毒性を示すので、過剰な場合はハイポなどで中和する必要がある。	水の殺菌用に残留塩素が利用されている（さらし粉等の塩素剤）
n-ヘキサン抽出物	水中の油分。水産用水の水質基準では、0.01mg/ℓ以下であることとなっている。	漁獲物に臭気を与え、商品価値を減じ、経済性を損なう。

黒潮北縁域の変動に伴う甌海峡の水温変化について

1. はじめに

トカラ海峡での黒潮北縁域（黒潮系暖水と沿岸系水の潮境）の変動は、短期間に大きな離接岸変動を繰り返しており、本県沿岸域の海況に大きな影響を与えています。このことは黒潮系暖水と沿岸系水の水温差が大きくなる冬季（沿岸系水は気象の影響により冷やされるが、黒潮は南方から輸送されるため気象の影響は弱いため水温差が大きくなる）には、水温の経日変化をみてみると明瞭に分かります。今回は甌海峡の日別水温データを得ることができましたので、甌海峡にスポットをあてて黒潮の影響について紹介します。

2. 調査期間及び使用データ

- 1) 時期 平成5年10月～6年3月
- 2) 使用データ
 - ①黒潮北縁域は沖縄航路定期客船の水温・偏流データから判定
 - ②甌海峡水温は甌島航路定期客船の水温データ

3. 期間中の黒潮北縁域の変動

平成5年10月は「接岸」、11月は「離岸」、12月～平成6年1月は「接岸」、2月は「強い離岸」、3月は「屋久島付近の変動」になっており、12月～1月の「連続的な接岸」とその直後である2月の「強い離岸」が特徴的でありました。

4. 黒潮北縁域の変動に伴う甌海峡の水温変化

黒潮北縁域の離接岸と甌海峡の水温変化を比較すると、平成5年10月～11月には黒潮北縁域の変動が、甌海峡の水温に影響を与えた現象はみてとれません。しかし、黒潮北縁域

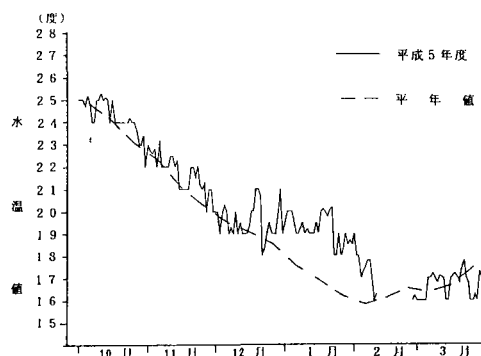


図1 甌海峡水温日別変化
(平成5年10月～6年3月)

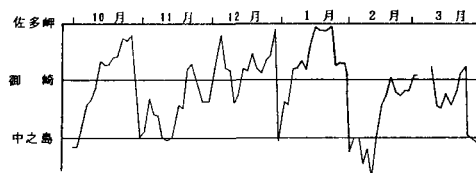


図2 黒潮北縁域の変動
(平成5年10月～6年3月)

の接岸の続いた平成5年12月～6年1月には、甌海峡の水温が急激に上昇する現象がみられ、水温の降温期にもかかわらずほとんど水温の低下がみられず、1月中旬～下旬には平年に比べ約2度以上高めとなりました。しかし2月に入り黒潮北縁域が大きく離岸すると、水温は急激に低下しています。

つまり黒潮の接岸が続いた12月～1月には、甌海峡へたびたび黒潮系暖水の貫入（突き抜いて入る現象）がみられたため、甌海峡は黒潮系暖水（または黒潮系暖水と沿岸系水との混合水）に覆われ、2月上旬に黒潮が大きく離岸すると、甌海峡は黒潮系暖水から沿岸系水への急激な水塊の変化が起こったものです。

このような甌海峡における黒潮北縁域の影響は、冬季に限った事ではなく、一年を通して起きており、漁模様に影響を与えているのではないのでしょうか。

(漁業部 森永)