

平衡石の Sr:Ca 比によるケンサキイカの移動経路の推定

山口 忠則

佐賀県 農林水産部 水産課

ケンサキイカはヤリイカ科の軟体動物で、本州中部以南や東シナ海、南シナ海、インドネシア、さらにオーストラリア北部に至る大陸棚や島嶼周辺の比較的浅い海に生息している。日本海南部や対馬東水道では、ほぼ一年中さまざまなサイズが漁獲されるが、大型の個体は季節ごとに体型や成熟サイズが顕著に変化する。春に漁獲されるオスの個体は胴部が特に長い、夏に漁獲される個体は他の海域でも見られる典型的なケンサキイカの体型である。秋に漁獲される個体は、触腕や吸盤が大きく、胴部が太く、未成熟が多い。このような春、夏、秋に漁獲される特徴的な個体群を春、夏、秋来遊群として、ふ化場所と移動経路の推定を試みた。

水温管理下で飼育したケンサキイカの平衡石（図 1）に含まれるストロンチウムとカルシウムを EPMA（JXA-8900RLS; JEOL Ltd.）で測定した結果、平衡石の Sr:Ca 比と個体の経験水温には有意な負の相関があり、経験水温 1°C の上昇は Sr:Ca 比約 2.8×10^{-4} の減少に相当することが明らかになったので、各季節来遊群の平衡石の Sr:Ca 比を核部から縁辺部まで線上に $5 \mu\text{m}$ 毎に調べて、ふ化から漁獲されるまでの経験水温の変化を推定した。また、輪紋は 1 日毎に形成されるので、輪紋を計数してふ化日を推定した。そして、気象庁の HP にある表層海水温分布情報等を用いて、各季節来遊群のふ化場所と移動経路を以下のように推定した（図 2）。

春来遊群と夏来遊群は、それぞれ秋と冬に東シナ海南部でふ化した後、水温の高い黒潮流域を北東へ移動した。春来遊群は対馬東水道に入る前に、東シナ海の北東部海域で低水温の影響を受け、これが季節群の特徴（オス胴部の伸長）の原因になった。一方、夏来遊群は、東シナ海北東部海域の水温がすでに上昇していたため、低水温の影響は受けなかった。

秋来遊群は、冬から早春にかけて東シナ海中～南部でふ化し、黒潮流域の近くから北へ移動し、7 月またはそれ以降に対馬水道を通過して、日本海南部へ至った。しかし、その後は、対馬の北東周辺の比較的流れが遅い海域にとどまり、秋に水温躍層の鉛直混合が起こるまでの間は、限られた水温層に閉じ込められたような状態にあった。水温躍層の崩壊後、日本海の南部および南東部の漁場へ、そして対馬水道へ分布を広げた。同じ大陸棚でも、東シナ海に比べて日本海南部は夏でも底層水温が著しく低いため、この日本海南部で夏を過ごしたことが秋来遊群の特徴（胴部等の肥大と未成熟）を生んだのかもしれない。

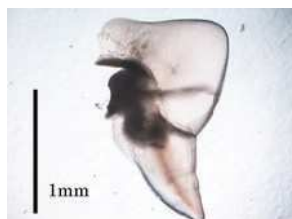


図 1 研磨した平衡石（イカの頭部から摘出）

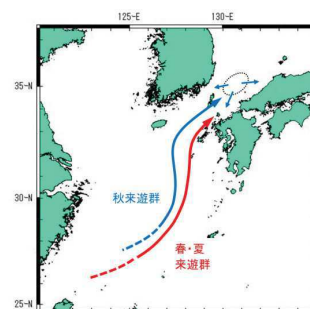


図 2 各季節群の推定移動経路

平衡石のSr:Ca比による ケンサキイカの移動経路の推定

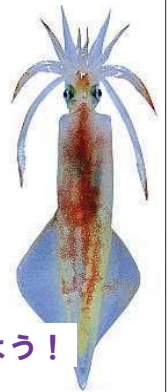


農林水産部水産課
山口 忠則

1

ケンサキイカ

- 軟体動物門 貝やタコと同じ仲間
- 頭足類綱 頭から足が出ている



卵から稚イカまでを見てみよう！

2

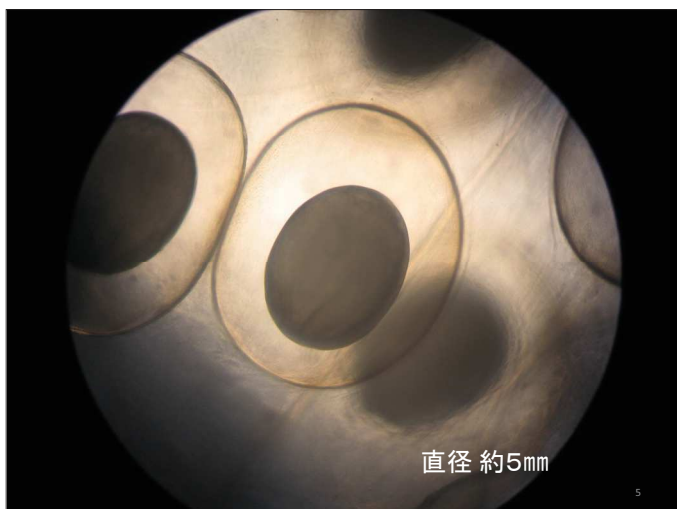


海底に卵塊を産み付ける



約200個/卵のう

4



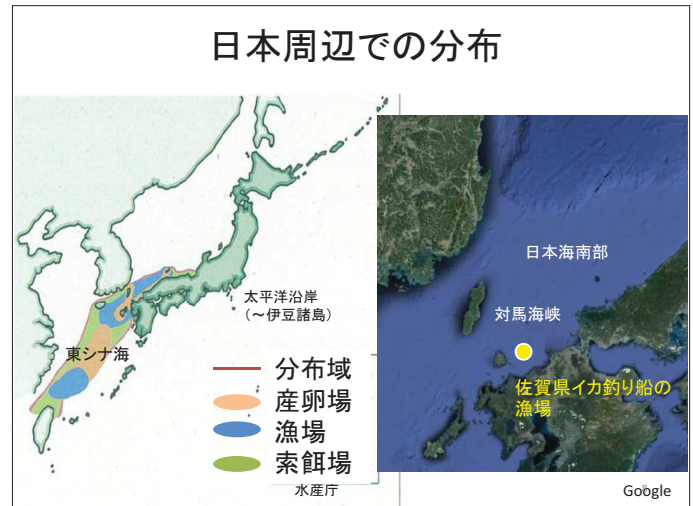
直径 約5mm

5



15～25℃で正常発生

6



日本海南部・対馬海峡における 季節来遊群の特徴

	春群	夏群	秋群
獲れる時期	4～6月	7～9月	10～12月
形態の特徴	細長い	やや小型	太め
生態の特徴	産卵群	成熟中	♀は多くが未成熟



9

玄海漁協の魚市場(2012年6月)



2段

2段半

3段

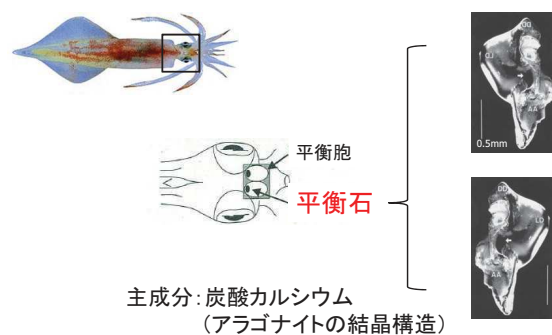
10

研究の目的

- 各季節群の特徴の原因は？
- 1日で様々なサイズのイカが獲れる理由は？
- 各季節群、サイズ別の**ふ化場所**、**移動経路**を推定する

11

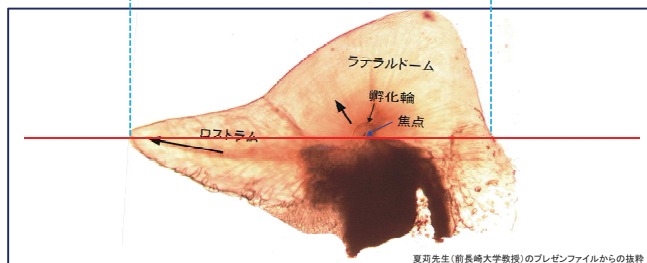
材料と方法



12



断面図
片面研磨後・実体顕微鏡
2010.2.22 水泊大蔵 160mmML
(写真: 北海道水産研究所提供)



夏司先生(前長崎大学教授)のプレゼンファイルからの抜粋

13

平衡石の輪紋



293日齢

輪紋≡日輪 日化日を推定

14

平衡石に含まれる微量元素

- Mg/Ca 100 m mol/mol
- **Sr/Ca 8 m mol/mol**
- Ba/Ca 6 m mol/mol
- Mn/Ca 2 m mol/mol
- Cd/Ca 10 n mol/mol
- Pb/Ca 10 n mol/mol

Loligo gahi ICP-MS

Arkhipkin et al. 2004

15

Sr/Caと海水温の関係

- アラゴナイトでは、Ca部位が**Sr等の2価金属陽イオン**で置換されている。その量は周辺の温度や金属濃度等に依存。
- 10～50℃の範囲で、無機合成されたアラゴナイトへのSrの分配係数と水温(T)の関係は

$$[Sr/Ca]_{\text{合成物}} / [Sr/Ca]_{\text{水溶液}} = 1.27 - 0.005212 \times T(^{\circ}C)$$
温度上昇とともに合成物中のSrは減少。

平衡石も同じ性質をもつか？

(Dietzel et al. 2004)

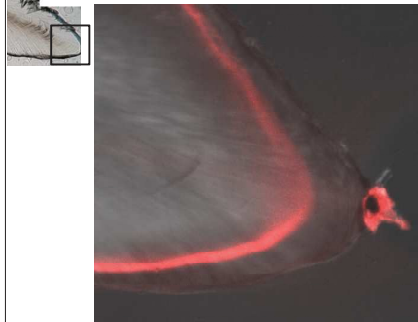
16



EPMA (Electron Probe Micro-analyzer)

佐賀県工業技術センター

平衡石

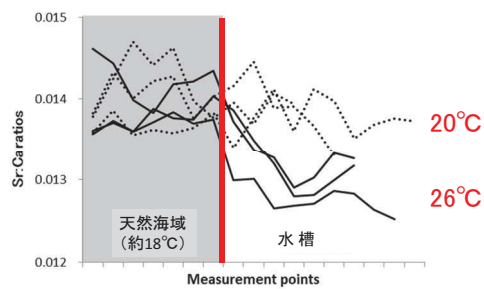


日本電子 JXA-8900RLS

ライン分析
加速電圧 10.0kV
ビーム径 5μm
間隔 5μm

18

飼育水温別のSr/Ca変化



19

水温別飼育試験の結果

- 平衡石のSr/Caは
経験水温と**負の相関**がある
- 経験水温 **1°C** の変化は
Sr/Ca $2.8 \times 10^{-4} \pm 7.5 \times 10^{-5}$ に対応する

次はいよいよ季節来遊群の
移動経路の推定！

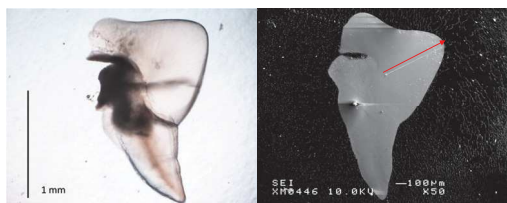
20

EPMA

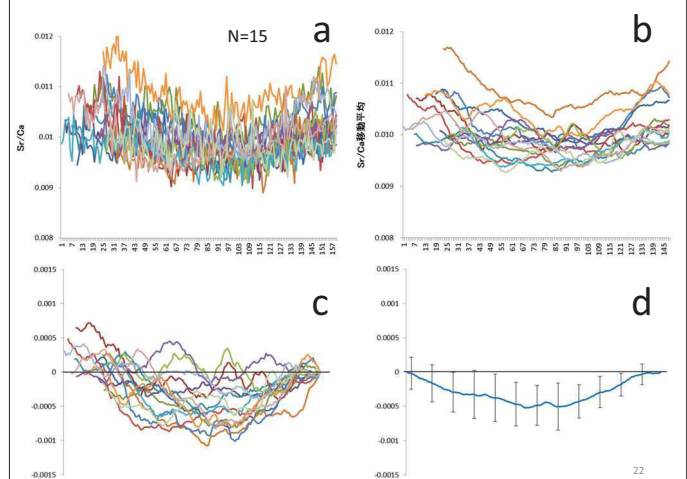
ライン分析
加速電圧 10.0kV
ビーム径 5μm
間隔 5μm

鏡面研磨

炭素蒸着

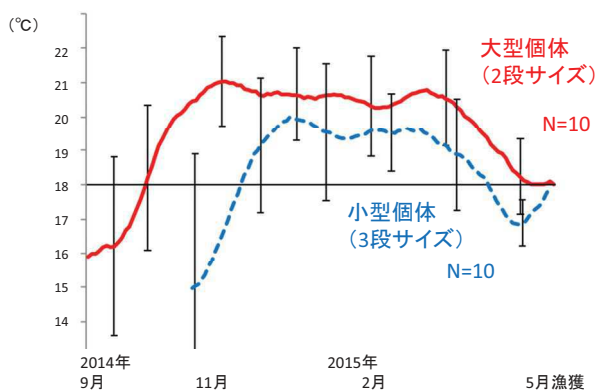


21



22

春来遊群の推定経験水温



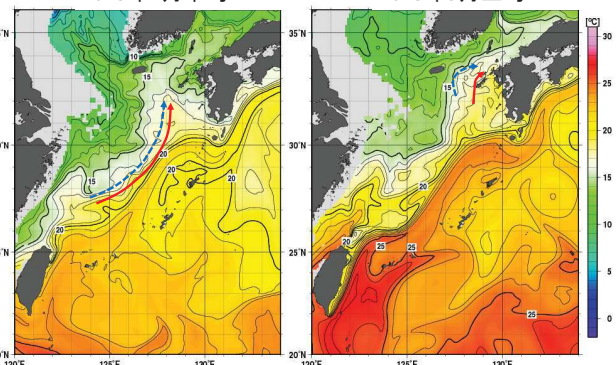
23

旬別水深50m水温分布

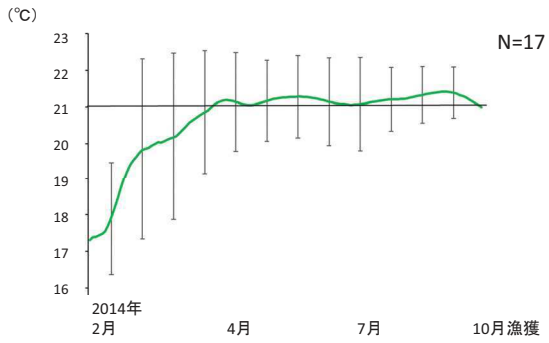
気象庁HP

2015年2月中旬

2015年5月上旬

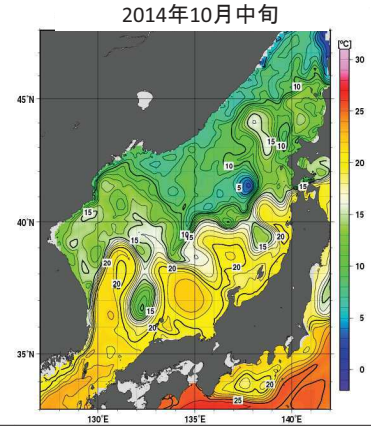


秋来遊群の推定経験水温



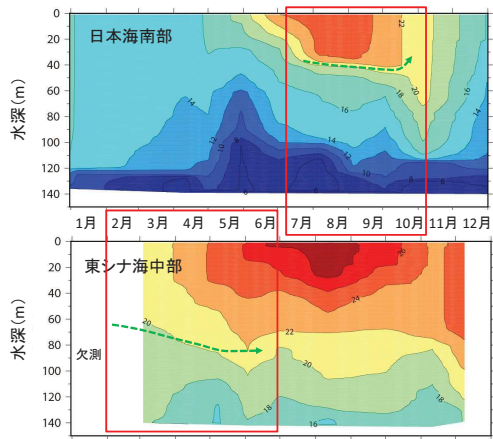
25

旬別水深50m水温分布 気象庁HP



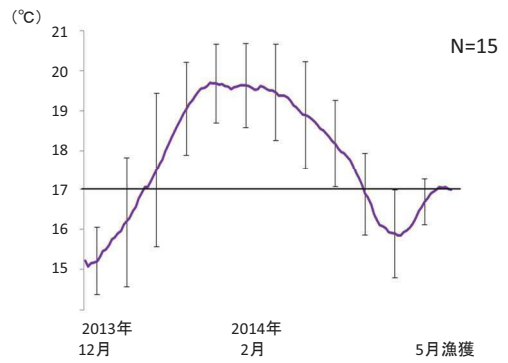
26

月ごとの鉛直水温分布(°C)

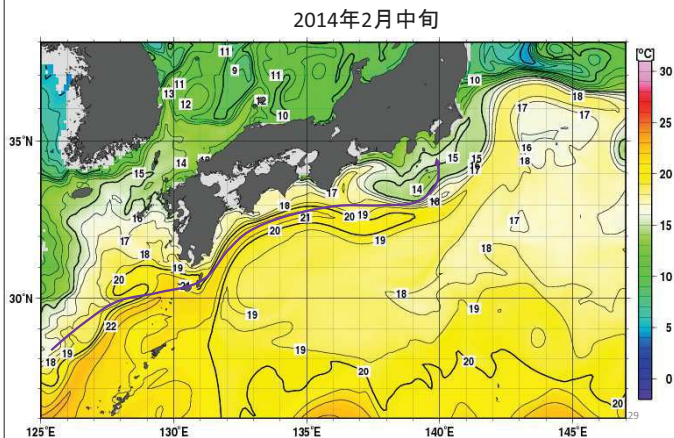


27

相模湾(神奈川県)で漁獲された
ケンサキイカの推定経験水温



28

旬別水深50m水温分布 気象庁HP

台湾北部における移動(国立台湾海洋大学)

