

CalCOFI Conference 参加報告

メタデータ	言語: Japanese
	出版者: 水産研究総合センター
	公開日: 2024-12-02
	キーワード (Ja):
	キーワード (En):
	作成者: 高須賀, 明典
	メールアドレス:
	所属:
URL	https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2012430
	This work is licensed under a Creative Common

Attribution 4.0 International License.



■ 国際会議

CalCOFI Conference 参加報告 高須賀明典

Reports of the CalCOFI Conferences

Akinori Takasuka

Here I briefly report my experiences and impressions during the CalCOFI Conferences, which were held at the Scripps Institution of Oceanography, University of California (La Jolla, San Diego, USA), during November 15-18, 2004 and December 2-7, 2005. This document is written for Japanese readers; but scientific contents (e.g. programs and presentation abstracts) are available in English by clicking on the links.

1 けじめに	2004年11月及び2005年12月に開催されたCalCOFI Conferenceに参			
	加させて頂いた。本稿では、会議の様子、発表内容を含めて参加報告を			
●中央水研だより目次へ	させて頂きたい。CalCOFI Conferenceは、両年共に、米国カリフォルニ			
	ア州のサンディエゴ (ラ・ホーヤ) のスクリプス海洋研究所で開催され			
	た。2004年はマイワシに焦点を当てたシンポジウムが組み込まれてお			
	り、カリフォルニアマイワシの資源管理を検討するフォーラムも同時開			
	催された。プログラム等は下記リンク先のPDFを参照されたい。			
	<u>CalCOFI Conference 2004 in conjunction the Trinational Sardine Forum</u> 開催期間: 2004年11月15日~11月18日			
	開催場所: Scripps Institution of Oceanography (La Jolla, San Diego,			
	USA)			
	CalCOFI Conference 2005			
	開催期間:2005年12月5日~12月7日			
	開催場所:同上			
	<u>California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations (CalCOFI)</u> (カリフ			
2. CalCOFI	ォルアニ共同漁業調査) は、カリフォルニア沖でマイワシ資源が崩壊した			
	ことをきっかけに1949年にカリフォルニアの各研究機関 (<u>"California</u>			
	<u>Department of Fish and Game"、"NOAA Fisheries Service"、"Scripps</u>			
	<u>Institution of Oceanography"</u>) を中心に設立された国際研究協力機構であ			
	る。現在では、カリフォルニア海流域の海洋環境から水産資源管理に至			
	る各分野を広く対象としている。毎年、年次会議が開催され、各種報告			



海洋における最大級の謎の1つに「魚種交替」がある。マイワシとカタ クチイワシは約50年を1サイクルとして大規模な増減を繰り返してきて おり、マイワシが増えた時期にカタクチイワシが減り、マイワシが減っ た時期にカタクチイワシが増えるという実に不思議な現象が起こってき

書や成果の出版、データの収集が行われる。また、CalCOFIから年1回刊 行されるCalCOFI Reportは、その規模のわりに国際学術誌としての評価 が高く、専門分野に大きなインパクトがあった論文も公表されてきた。



水産総合研究センター中央水産研究所:中央水研だより

たことがわかっている (スライド1)。さらに、この魚種交替現象は、我が 国周辺海域に限らず、世界各地の海洋生態系 (カリフォルニア沖、ペルー 沖、チリ沖) で起こっており、しかもその現象ははるか太平洋を越えて同 期してきたことが知られている。近年の研究から、この魚種交替が気候 変動と対応してきたことが明白となってきた。しかしながら、その具体 的な生物過程については明らかにされていない。我々は、これまで、魚 種に特有の適水温に着目することによって、以下の一連の疑問に理論的 な解を見出すことを狙って研究を進めてきた。

何故、僅かな環境変動が引き金で魚種交替のような大規模な資源変動が 起こるのか?

何故、同じ海洋環境下において、カタクチイワシは繁栄し、マイワシは 崩壊し、そして、何故、それが入れ替わるのか?

何故、太平洋の東西で魚種交替は同期してきたのか?

2004年に行った口頭発表1 (スライド2) では、まず、カタクチイワシ やマイワシのような浮魚類の初期生活史における成長速度は僅かな変動 が生じただけでも大規模な生残率の変動につながることに着目した。こ れを前提に、1990~2004年に北西太平洋で採集されたカタクチイワシ 仔魚2041個体及びマイワシ仔魚766個体の成長速度を耳石微細構造解析 から調べ、採集時表面水温との関係を魚種間で比較した結果、成長速度 最適水温は、カタクチイワシ仔魚では22.0°Cであったのに対し、マイワ シ仔魚では16.2℃であり、約6℃の差があることがわかった(スライド 3)。仔魚が経験すると想定される平均的な水温は、概ね16~22°Cの範囲 で変動してきており、この成長速度最適水温の違いとその間で変動する 水温が魚種の優劣の交替を引き起こすと考え、これを「成長速度最適水 温仮説」とした。

2005年に行った口頭発表2 (スライド4) では、口頭発表1の適水温に 着目した考え方を拡張し、太平洋東西間で魚種交替が同期した現象を説 明しようと試みた。我が国太平洋岸で実施されてきた卵稚仔調査の長期 蓄積データを利用し、卵・仔魚の出現有無から、カタクチイワシ及びマ イワシの産卵水温を調べた。その結果、高温性かつ広温性のカタクチイ ワシと低温性かつ狭温性のマイワシの特性が明瞭に描出された。この日 本のカタクチイワシ (Engraulis japonicus) とマイワシ (Sardinops melanostictus)の関係は、カリフォルニア海流域でのカタクチイワシ (Engraulis mordax) とマイワシ (Sardinops sagax) の関係とは実に対 照的であり、北太平洋の東西間でカタクチイワシとマイワシの水温特性 の関係はちょうど逆転していると考えられた (スライド5)。同じ時期に太 平洋の東西で水温の高低の関係は概ね逆になっている。しかし、カタク チイワシとマイワシの適水温特性も逆であるために、結果として魚種交 替は同期した、というシナリオが少なくとも理論上あり得ることを主張 した。



<u>スライド8</u>

水産総合研究センター中央水産研究所:中央水研だより

ポスター発表では、魚種交替以外の成果発表も行った。2004年のポス ター発表1 (スライド6) では、カタクチイワシ仔魚について、同種の親 (共食い) に襲われた場合には、成長速度が低い個体が選択的に捕食され るのに対し、カツオに襲われた場合には、成長速度に関係なく捕食され てしまうことを示した。ポスター発表2 (Oozeki *et al.*) は、卵稚仔調査 の長期蓄積データセットを利用して、マイワシ、カタクチイワシ、ウル メイワシの産卵場特性の長期変動を示したもので、カリフォルニア海流 域の研究者が待望した成果である。2005年のポスター発表3 (スライド 7) では、カタクチイワシの産卵特性の水温に対する反応が沿岸域と沖合 域では異なることを示した。ポスター発表4 (Oozeki *et al.*: スライド8) 及びポスター発表5 (Nishida *et al.*)は、それぞれ我が国におけるカタク チイワシ及びマイワシの太平洋系群の資源評価の概要を紹介したもので ある。

- Takasuka, A., Oozeki, Y., Aoki, I., Kimura, R., Kubota, H., Sugisaki, H., Yamakawa, T. (2004) Growth-optimal temperature for larval sardine vs. anchovy: A possible mechanism for sardine? anchovy regime shift? <u>Abstracts of the CalCOFI Conference 2004 in</u> <u>conjunction with the Trinational Sardine Forum, p. 24.</u> (口頭発表1)
- Takasuka, A., Oozeki, Y., Kimura, R., Kubota, H., Aoki, I. (2004) Growth-selective predation hypothesis revisited for larval anchovy in offshore waters: cannibalism by juveniles vs. predation by skipjack tunas. <u>Abstracts of the CalCOFI Conference</u> <u>2004 in conjunction with the Trinational Sardine Forum. p. 58.</u> (ポスター 発表1)
- Oozeki, Y., Kubota, H., Kimura, R., Takasuka, A. (2004) Characteristics and decadal shifts of spawning grounds of small pelagic fishes. Abstracts of the CalCOFI Conference 2004 in conjunction with the Trinational Sardine Forum, p. 52. (ポス ター発表2)
- Takasuka, A., Oozeki, Y., Kubota, H. (2005) Contrastive temperature optimums for anchovy and sardine spawning between both sides of the North Pacific: Optimal growth temperature hypothesis extended.<u>Abstracts of the CalCOFI Annual</u> <u>Conference 2005, p. C-13.</u> (口頭発表2)

Takasuka, A., Oozeki, Y., Kubota, H., Tsuruta, Y., Funamoto, T. (2005) Temperature impacts on reproductive parameters for Japanese anchovy: Differences between inshore and offshore waters. <u>Abstracts of the CalCOFI Annual Conference 2005, p. P-15.</u> (ポ スター発表3) 水産総合研究センター中央水産研究所:中央水研だより

- Oozeki, Y., Kubota, H., Takasuka, A., Akamine, T. (2005) Population fluctuation of the Northwestern Pacific stock of Japanese anchovy. <u>Abstracts of the CalCOFI Annual Conference 2005, p. P-11.</u> (ポスター発表4)
- Nishida, H., Yatsu, A., Takasuka, A., Oozeki, Y. (2005) Assessment of the Japanese sardine stock in the northwestern Pacific for Japanese management system.<u>Abstracts of the CalCOFI Annual</u> <u>Conference 2005, p. P-10.</u> (ポスター発表5)

2004年は、マイワシのシンポジウムが組み込まれていたため、カタク チイワシとマイワシの魚種交替のテーマを発表するには絶好の場であっ た。初日は、"Session I: Status of the Fisheries" として、カルフォル ニア海流域の各魚種 (サケ、カニ、ニシン、マグロ、イカ等)の資源状況 が紹介された。午後からは、"Session II: Status of Fisheries for Pacific Sardine"として、マイワシの資源状況に焦点が当てられ、各海域 から情報が集められた。第2日目は、"Session III: Symposium of the Conference: "Pacific Sardine - Past, Present, and Future"、即ちマイ ワシシンポジウムが開催され、著名な研究者が多数揃って、最新の知見 が公開された。自分が勉強した論文の著者に直接質問したり、議論した りできるチャンスを得られるのは、国際会議の最大の魅力であろう。マ イワシシンポジウムで発表した魚種交替に関する「成長速度最適水温仮 説」は、ストーリーについては非常に好評を得た。ただし、発表の英語 は見せかけが効いても、英語の聞き取りが致命的に弱いことで質疑に苦 しんだのはいつものことであった。一方で、この仮説がカリフォルニア 海流域 (即ち、異なる海域) でも通用するか否かについては、賛否両論で あり、ここでの議論に基づいて2005年の研究テーマを吟味できた。第3 日目は、"Session IV: Contributed Talks" として、様々な分野に渡って 研究発表が行われた。日本からは、中央水産研究所の西田室長が参加し ており、日本のマイワシ資源に関する情報をカリフォルニアに提供し た。この発表がCalCOFI参加者の興味を惹いたことは、彼らはカリフォ ルニアのマイワシと日本のマイワシの共通点・相違点に関心を持ってい るという証拠である。夕方からは会場を変えて、ポスター発表が行われ た。極めてくだけた雰囲気で、研究発表というよりも、ポスターを背に 雑談といった印象であったが、こういうスタイルの方が議論もし易いの かもしれない。会議終了後の翌日には、"Trinational Sardine Forum Working Group Meetings" というマイワシ資源管理のための会議が開か れたので、これを傍聴し、情報を得た。

2005年は平成17年度独立行政法人日本学術振興会の国際学会等派遣事 業III期に採択されて参加した。2004年に知り合った研究者達とも再会を 果たし、懐かしい気分で会議開始を迎えた。初日は、"Session I: Status of the California Current"及び "Session II: Status of California's fisheries" として、2004年同様、カリフォルニア海流域の各魚種の資源





<u>ラ・ホーヤの風景 (2004)</u>



<u>Summer Auditorium (会場)</u>



会場付近からの夜景



<u>マイワシシンポジウム発表 (2004)</u>





Trinational Sardine Forum (2004)



<u>隣接する南西区水産研究所より</u>



<u>スクリプス海洋研究所</u>



ポスタータイトル一覧(2005)



<u>ポスター発表会場 (2005)</u>



<u>発表 (2005)</u>



<u>ワークショップ (2005)</u>

水産総合研究センター中央水産研究所:中央水研だより

状況が続々と紹介された。第2日目は、"Session III: Symposium of the Conference: "CalCOFI: The sum of the parts" として、これまで 過去に行われてきたCalCOFI関連の様々なプロジェクトの成果で、他の 媒体に公表されたもの等がレビューされた。第2日目午後から第3日目に かけては、"Session IV: Contributed Talks"として、幅広い分野から研 究発表が行われた。我々は、2004年の議論を踏まえ、日本とカリフォル ニアではカタクチイワシとマイワシの産卵嗜好水温の関係が逆転してい ることを示す成果を紹介して水温特性による魚種交替のシナリオを再主 張した。ポスター発表は第2日目に "Wine & Cheese Reception" として 行われ、野外とポスター会場を行き来しながら、多くの研究者と話が出 来た。それぞれ別の場所で知り合った研究者同士が、共同研究者あるい は友人としてつながっていることがわかったり、人のつながりの面白さ を感じた。CalCOFIでは、参加者数自体はさほど多いわけではなく、常 連によるコミュニティーが形成されているような印象を受けた。このコ ミュニティーの輪の中に入るのは、言語が障壁となるものの、研究とい う共通点をもって、そして今後は言語の壁も克服しつつ、つながりを保 ちたいと思っている。

2005年は、会議終了後、データベース関連のワークショップを見学し た。さらに、スクリプス海洋研究所及び隣接する南西区水産研究所で何 人かの研究者を訪問し、今後魚種交替の東西比較を展開するための情報 収集と共同研究の打診を行った。漁獲量情報等、喫緊に必要な情報はそ の場で得、充分な吟味・相談を要する項目については、時間も無かった ことから、帰国後e-mail等で議論を続けることになった。2005年の開催 期間中には、スクリプス海洋研究所に滞在されている東京海洋大学の田 中祐志助教授、中央水産研究所から同大学に留学中の森田貴己氏、学振 海外特別研究員の高橋素光氏ともお会いでき、皆様の活躍ぶりを伺うこ ともできた。

全体を通じて、たしかにカリフォルニア周辺の研究者は、太平洋の対 岸である我が国周辺海域の海洋生態系で起こっている出来事について興 味を持っていると感じた。一方で、情報は独自に集められているので、 ある意味、散逸的とも言える。現在、様々な国際協力研究機構におい て、異なる海洋生態系の情報を比較、統合化しようという動きがあり、 喫緊の課題となっている。例えば、2006年4月下旬には、ホノルルで "PICES/GLOBEC Symposium on Climate variability and ecosystem impacts on the North Pacific: A basin-scale synthesis" が開催され、北太平洋各地の海 洋生態系における物理・生物情報に関する知見が比較のため集められ た。また、昨年11月には、東北区水産研究所の伊藤進一室長らが中心と なって各海域の魚種交替をモデル化するためのワークショップ <u>"Global</u> comparison of sardine, anchovy and other small pelagics: Building towards a multi-species model" が開催され、現在もこの仕事が進んでいる。今後、 益々、このような動きは盛んになり、きっといくつもの"breakthrough" につながると思われる。 5. 雑感

2004年のCalCOFI参加が決まるまでSan Diegoがどこにあるのかすら 知らなかった。水研に就職以来、ことあるごとに学生時代の不勉強のつ けが回ってきているのだが、今回も実感した。とりあえずカリフォルニ アなので気候は日本と大して変わらないだろうと思い、事前にCalCOFI のホームページで学会関連の情報はつぶさに調べ上げたが、開催地や気 候等の情報は一切無視していた。2004年は出発日の午前中に東京大学農 学部弥生講堂で開催された日本水産学会関東支部大会シンポジウムで発 表していたので、そのままスーツで行った。到着時、昼から夕方は日差 しが強く、非常に暑かったので、スーツは最悪であった。そもそも参加 者にスーツは皆無であったため、浮いていた。逆に、夜の冷え込みは日 本の関東以上だった。初日だったか、ディナーはなんと野外であり、凍 えながら過ごした。大多数の参加者は、昼はTシャツ、日没後はその上に パーカーやジャンパーであった。2005年は、2004年に昼夜の気温差を 学び、万全の準備をしていったので、実に快適に過ごせた。

2004年参加時に苦しかったのはポスターの移動である。旅行用スーツ ケースとノートパソコン入りの手持ちのカバンに加え、巨大なポスター ケースを抱えての旅程はきつかった。同様の経験を持つ方にはこの煩わ しさがご理解頂けると思う。ついでに帰りは空港から自宅までの間に寄 った横浜のカフェでポスターケースを置き忘れてきてしまった(一応後日 取りに行った)。そこで、2005年はポスターを光沢紙に印刷して丸める のではなく、折りたたみ可能な布地に印刷することを思いついた。直前 だったが、当研究室室長の迅速な考慮のおかげでこれは実現した。出力 の質は紙に勝るとも劣らない。何より、紙だと丸めるしかないのに対 し、布の最大の利点は小さく折りたためるということである。A0サイズ のポスター3枚分でもA3封筒に収まった。これは最高だ。荷物は大幅に 軽減された。海外でポスター発表をされる方はぜひ試して頂きたい。

(c) Copyright National Research Institute of Fisheries Science, Fisheries Research Agency All rights reserved.



melanostictus, corresponding to Aleutian low pressure index (ALPI).

about:blank

about:blank

Takasuka et al. mitted

6

Growth-optimal temperature for larval sardine vs. anchovy: A possible mechanism for sardine-anchovy regime shift?

Akinori Takasuka¹, Yoshioki Oozeki¹, Ichiro Aoki²,

Ryo Kimura³, Hiroshi Kubota¹, Hiroya Sugisaki⁴, Takashi Yantakawa² National Research Institute of Fishertes Science, Fishertes Research Agency ³Graduate School of Agricultural and Life Sciences. University of Tokyo ³Ministry of Agriculture. Forestry and Fishertes ³Ministry of Agriculture. Forestry and Fishertes. ⁴Tohoku National Fishertes Research Institute. Fishertes Research Agency Symposium of the CalCOFI Conference 2004: "Pacific Santine - Past, Present, and Future" Scripps Institution of Oceanography, San Diego, November 16, 2004.

Takasuka *et al.* (submitted soon) Anchovy vs. Sardine 22.0°C 16.2°C vs 1.0 Anchovy Sardine ca. 6°C Growth rate (mm day⁻¹) 0.8 0.6 0.4 0.2 0 25 15 20 Sea surface temperature (°C)

Relationship between recent 3 day mean growth rates and sea surface temperature for larval anchovy and sardine.

about:blank

63

about:blank

Contrastive temperature optimums for anchovy and sardine spawning between both sides of the North Pacific: Optimal growth temperature hypothesis extended

Akinori Takasuka, Yoshioki Oozeki, Hiroshi Kubota

National Research Institute of Fisheries Science, Fisheries Research Agency, Japan

CalCOFI Conference 2005 Scripps Institution of Oceanography,University of California, San Diego Session IV: Contributed talks, December 7, 2005

about:blank



Table 1. Sampling information for larval anchovy

and predators (juvenile anchovy and skipjack

tunas). Standard lengths (SLs) of the ingested

larvae were restored from the actually measured

otolith radius data. FL: fork length; n: number

for growth analysis; *n*': occurrence from the stomach contents of the predators.

Station A 11 June 1997

19:40-20:20

120

35.7-61.3 (SL)

Information

Table 1

Station B 15 May 2000

09:30–17:30 38°08'N, 144°34'E

450-540 (FL)

Growth-selective predation hypothesis revisited for larval anchovy in offshore waters: cannibalism by juveniles vs. predation by skipjack tunas

Akinori Takasuka¹, Yoshioki Oozeki¹, Ryo Kimura², Hiroshi Kubota¹, Ichiro Aoki³

²Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries; ³Graduate School of Agricultural and Life Sciences, University of Tokyo

INTRODUCTION 'Growth-mortality' paradigm (hypothesis) individuals are assumed to be more likely to survive in the sea.

'Growth-selective predation' hypothesis: growth rate (per se)

Direct examination of the growth rates of the actually ingested larvae. Slower growing larvae were more vulnerable to predation than faster growing larvae, even if they were the same size, at a given moment in the sea. Growth rate *per se* had direct impacts on vulnerability to predation.

Japanese anchovy are distributed and spawn widely in offshore waters. Larval anchovy are exposed to multiple predator fields.

The 'growth-selective predation' hypothesis was revisited for larval

WHY ? To date. 3 factors can serve to explain it.

MATERIALS & METHODS

- Field sampling
 Offshore waters: the western North Pacific
 Fig. 1

 >
 Station A in the Kuroshio Extension region (June 11, 1997)
 Larval anchovy and juvenile conspecifics

 >
 Station B in the Kuroshio-Oyashio transition region (May 15, 2000)
- Larval anchovy and skipjack tunas Table 1



6

- which were back-calculated by the biological intercept method

RESULTS

Japanese anchovy in offshore waters. Cannibalism by juveniles vs. predation by skipjack tunas (Katsu

mach content analysis for predators

Existing concepts

- Table 1 Fig. 2 Camibalism by juveniles (5) pretuints (2) [130] [130] [140] [170]
- The SCI values of the cannibals we menuse to show cannot annibals.
 Larvae made up 10.0–85.7 % of the stomach content weight for cannibals.
 Predation by skipjack tunas
- A total of 59 ingested have occurred from 7 of 9 skipjack tunas of 45–54 cm (FL); otoliths were extracted from 12 ingested have.

Size-selective predation ('Bigger is better' ?) Cannibalism by juveniles

in wet weight (LAWC).

- Fig. 3 as tended to be smaller than the original larvae. The c
- The califillation of the second secon

- Growth-selective predation ('Growth-selective predation' ?) Fig. 4
- numbalism by juvenies The <u>cannibiated laryas</u> had lower recent growth rates than the original laryae in the same laryal size range (≤ 20 mm) (Student's t-test, p = 0.005), edation by skipjack tunas No differences in growth rates were found between the ingested laryae and
- original larvae in the same larval size range ($\geq 20 \text{ mm}$) (p = 0.912).

DISCUSSION

Cannibalism by juveniles

4

- Negative size-selective predation mortality
 - 'Bigger is better' (also assumably 'stage duration' effects) Slower-growing larvae were more vulnerable to cannibalism by juveniles.
- 'Growth-selective cannibalism'
- n by juveniles negatively affect the final re , intrapopulation removal of such fatal larv ile conspecifics. This would be rather incid Survivorship of faster growing larvae.

- sitive size-selective predation mortality
- 'Bigger is not better' (assumably no 'stage duration' effects) Even faster-growing larvae were vulnerable to predation by skipjack tunas. 'Non-growth-selective predation' No advantage of faster growing larvae.

Causal background

- Predator-specific 'Growth-selective predation'. The phenomene consistent with those detected in Sagami Bay (Takasuka *et al.* 2003). Potential for anti-predator behaviors vs. feeding strategies of predat ena are







by juvenile anchovy (a) and predation by skipjack tunas Katsuwonus pelamis (b).

Larval cannibalism by juveniles would potentially regulate growth-selective survival as well as survival rate itself during early life history stages of Japanese anchovy, while predation by skipjack tunas would influence survival rate itself but not growth-selective survival.

data, using the OR-SL relationships of the 2

original larvae groups.

Standard lengths (mm) Recent 5 day mean growth rates directly before capture (mm day-1),

'Bigger is better' hypothesis: size (negative size-selective mortality) "Stage duration" hypothesis: time (high mortality stage duration) Growth-survival relationship has been explained indirectly. No direct evidence existed to support the growth-predation relationship Our previous studies in Sagami Bay (Takasuka et al. 2003; 2004)

2

Original larvae: the larvae captured simultaneously with the predators Sagittal others in the area capture simulationsly with the prevators Sagittal others and original larvae. Standard lengths (SLs) of the ingested larvae were restored from otolith radius (OR) data, using the OR-SL relationship of the original larvae.



Temperature impacts on reproductive parameters for Japanese anchovy: **Differences between inshore and offshore waters**



Akinori Takasuka¹, Yoshioki Oozeki¹, Hiroshi Kubota¹, Yoshinari Tsuruta¹, Tetsuichiro Funamoto²



¹National Research Institute of Fisheries Science, Fisheries Research Agency ²Hokkaido National Fisheries Research Institute, Fisheries Research Agency

INTRODUCTION

Unexploited offshore populations of pelagic fish may migrate and spawn beyond our view in the various regions. If any ecological differences exist between inshore and offshore populations, these should be clarified for a better understanding of the population dynamics of the species.

Japanese anchovy

Japanese anchovy (*Engraulis japonicus*) is a multiple-spawning pelagic fish. When the stock size is small, they are distributed mainly in inshore waters. As the stock size increases, they come to be distributed and spawn widely in offshore waters, too.

 Daily egg production method

 > Batch fecundity (number of eggs per female released per spawning event)
 > Spawning frequency (fraction of females spawning per day)

 > Environmentally induced variability of these reproductive parameters could
 lead to biases in the estimates

In the present study, Biological and ren

2

Data source

- Biological and reproductive parameters for Japanese anchovy were derived from the recent literature. The data were compared between inshore and offshore samples of anchovy.
- Focus on temperature impacts on batch fecundity and spawning frequent

MATERIALS & METHODS

(21 SOUTCE) TSUTUL, Y. (1992). Reproduction in the Japanese anchory (Exgranits japonica) as related to population fluctuation. Bull. You. Res. Into Fish Eng., 13: 129–168. TSUTULA, Y., Takahashi, S. (1997). Reproductive ecology of the Japanese anchory (Engranits japonicas) in the Karoshio Extension and the Maxel Water Region. Bull. Hokkaido Nat. Fish. Res. Int., 63: 9–15. Imati, C., Kajifori, K., Tajima, Y., NaKamurra, M., Uchiyama, M., Yamada, H. (1998) Bio-testination of Japanese anchory stock in the Homsha–Pictific waters by the egy production method using sea surface temperature information. Bull. Jpn. Soc. Fish. Oceanogr., 62: 356-368. Fumamito, T., (2002) Studies on the reproductive cology of Japanese anchory Engranits japonicas. PhD thesis, Linbershiy of Tokyo, pp. 144. Fumamoto, T., Aoki, I. (2002). Reproductive biology of Japanese anchory of the Japine Const of eastern Homaha. Japan. J. Fish Biol., 66: 154-169.

Fig. 1



Fig. 1

Fig. 1. Locations for sampling of Japanese anchovy in inshore waters (Sagami Bay; 1-29) and in offshore waters (western North Pacific; 30-48).





Fig. 5. Relationships between sea surface temperature and relative batch fecundity.



Fig. 2. Relationships between In-transformed body length and In-transformed body wet weight.



Fig. 3. Relationships between body length and adosomatic index



Batch fecundity in the inshore waters: 8 samples (144 individuals) Batch fecundity in the offshore waters: 8 samples (108 individuals) Spawning frequency in the inshore waters: 21 samples (422individuals) Spawning frequency in the offshore waters: 18 samples (701 individuals)

- Biological and reproductive parameters

 > Body length (BL) (mm), body wet weight (g), gonad wet weight (g)

 > Batch ferundity, spawning frequency

 > Sea surface temperature (SST)
- gical and reproductive parameters, their relationships, and their response to sea temperature were compared between inshore and offshore waters.

RESULTS 3 Fig. 2 Fig. 3 Size, weight, and gonad somatic index Fig. 2 Fig > The inshore anchovy: 79–136 mm; the offshore anchovy: 106–144 mm. The weight-at-size and gonad somatic index (GSI) were higher for the offshore anchovy than the inshore anchovy. Fig. 4 Fig. 4 Fig. 4 Fig. 5 Relative batch fecundity (batch fecundity divided by gonad-free body weight) The gradient of the regression of RBF on GSI was higher for the inshore anchovy than the offshore anchovy. RBF of the inshore anchovy. RBF of the offshore anchovy decreased rapidly as SST decreased. RBF of the offshore anchovy showed much higher RBF than the inshore anchovy. □ Inshore: RBF = -338.7 + 27.38 SST + 87.91 GSI (*N* = 144, *R*² = 0.344, *P* < 0.001) □ Offshore: RBF = -30.4 + 11.69 SST + 23.46 GSI (*N* = 108, *R*² = 0.461, *P* < 0.001) Spawning frequency Fig. 6 > No significant differences were found in mean values of spawning frequency between both groups (Student's t-test, P = 0.349). > The intercepts of regressions of spawning frequency on SST differed significantly (ANCOVA, P < 0.001): the offshore anchovy showed higher spawning frequency than the inshore anchovy, if compared at the same SST.</td> Fig. 6

- Inshore: SF = -0.413 + 0.040 SST ($N = 21, R^2 = 0.499, P < 0.001$) Offshore: SF = -0.062 + 0.035 SST ($N = 18, R^2 = 0.320, P < 0.001$)

DISCUSSION

Differences between the inshore and offshore anchovy were observed through various comparisons of biological and reproductive parameters. Temperature impacts on reproductive parameters differed between the inshore and offshore anchovy.

- Size, weight, and gonad somatic index

 > The offshore anchovy were much heavier in body weight and had much heavier ovaries than the same-size inshore anchovy.

 > The offshore anchovy had a lower RBF than the inshore anchovy at the same GSL, but this was due to the high ovary weight and fatness.
- rill he
- same cost, but his was due to the ngh overy weight and lattess. ative batch feeundity Mathematical and the second secon
- Spawning frequency

 >
 The offshore anchovy would be able to spawn at temperatures ca. 5°C lower as frequently as would the inshore anchovy.
- Responses of reproductive parameters to sea temperature differed between the inshore and offshore anchovy, even at the same sea temperature, implying that such differences cannot be explained only by environmental variability but would be due to the inshore- and offshore-specific spawning ecology.

Comparison of temperature impacts on reproductive parameters suggested the existence of differences between the inshore and offshore anchovy in their specific spawning ecology.

Population fluctuation of the Northwestern Pacific stock of Japanese anchovy

Yoshioki Oozeki, Hiroshi Kubota, Akinori Takasuka, Tatsuro Akamine

National Research Institute of Fisheries Science, Fisheries Research Agency

INTRODUCTION

Japanese anchovy stock assessment is conducted annually in support of the fishery management process in the Japanese EEZ. The population fluctuation of its northwestern Pacific stock and annual nges of relating parameters are described based on the results of stock assessment. Japanese anchovy, *Engraulis japonicus*, in the northwestern Pacific are landed mainly by purse seiners and also their larval and juvenile stages are landed as "Shirasu" by purse nets off the northern Pacific coast of Japan. According with the population declining of Japanese sardine, Sardinops melanostictus, the stock size of Japanese anchovy increased and the one-year-old age class have been mainly landed by the purse seiners in recent seven years. Fishing grounds concentrated only in the coastal area, although the distribution of the Japanese anchovy expanded from the coast of Japan to 160° E as their population increases (Fig.1).

BIOLOGICAL PARAMETERS

Stock Structure:

Single stock from off Kyushu island to off Hokkaido island (Fig.1) Length-weight Relationship:

W (g) = $0.0153 \times SL (cm)^{3.269}$ (2004, n = 21,809, r² = 0.981)

Length-at age Relationship: (t is the age in month) $L_t (cm) = 14.82 (1-0.915e^{-0.142t})$ (Hayashi & Kondo, 1957)

Maximum age and size:

Maximum age is 3 years and the size is 17cm in recent years Maturity Schedule:

Biological minimum is 8cm in SL (one year-old)

Natural Mortality:

Natural mortality was estimated by Pauly(1980) and Chen & Watanabe (1989)



FISHERY DATA

Landings (Fig. 3) Annual landings of Japanese anchovy increased from 1990 off the northern Pacific coast of Japan (Areas - A & B) and the total annual landing recorded more than 200 thousands metric ton. The annual landing decreased to be 100 thousands metric ton in 1993 and then failung decreased to be 100 thousands metric ton in 1995 and then increased to be 200 thousands metric ton in 1996. The annual landings have increased since then and the ladings exceeded 300 thousands metric ton except 1997, 2000 and 2001. The annual landings of recent two years might reach a ceiling 400 thousands



Fig. 3 Annual catch of Japanese anchovy off the Pacific coast of Japan.

CPUE (Fig. 4)





Catch-at-Age (Fig. 5)

The young-of-the-year had been mainly landed until 1988. The Age 1+ finks have been mainly landed after 1989 and the Age 2+ fishes were also landed after 1990. High amount of landings were supported by the catch of Age 1+ fishes in recent seven years, except 2000 and 2001.



FISHERY-INDEPENDEMT DATA

Egg production (Fig. 6) Monthly egg production surveys have been conducted from 1949 along strommy egg production surveys have been conducted from 1949 along the Pacific coast of Japan by the 3 National Fisheries Research Institutes and 18 prefectural Fisheries Experimental Stations. Vertical towing net samples have been obtained from 150 m deep (or near bottom) to the surface by the Long NORPAC net (0.335 mm mesh size, 45 cm mouth diameter and 65 cm + 130 cm-long cylindrical-conical net).

Monthly egg production is calculated by summing up 30' x 30' squares egg production E_{ii} in month *i* and square *j* as the following equation



where s is the average survival rate during egg stage (0.600), D_i is the number of days in month i, d_{ij} is the egg incubation time (in days) in the *j*th square in month *i*, A_j is the area of the *j*th square in m², and \overline{C}_{ij} is the average density of egg distribution in the *j*th square in month *i*. The egg incubation time d_{ij} is calculated as the following equation:



surface temperature in the *j*th square in month *i*. where t_{ii} is the avera

Egg productions of Japanese anchovy have been at the high level since 1999 in the Pacific coast of Japan and the annual egg production in 2004 was higher than that in 2003.



RESULTS

Population numbers at age (Fig. 7)

off the Pacific coast of Japan

Recruitment of the Japanese anchovy indicated high level from 1997 at the Pacific coast of Japan. The recruitment of 2004 might be three quarters of 2003 according to the VPA, but the recruitment failure might have occurred when the results of egg production were considered (Fig.6).



Comparison between AEPM and VPA (Fig. 8)

Comparison between ALPM and VPA (Fig. 8) Annual changes of spawning stock biomass (SSB) estimated by VPA was compared to those estimated by the annual egg production method (AEPM), because of the limited fishing grounds compared to their broad distribution areas. The SSB based on AEPM was estimated by the parameters in Takasuka et al.(2005). These two SSB values indicated similar trends and almost the same level, although variability of the value estimated by AEPM was greater than that by VPA. Therefore, the results of VPA was adopted to estimate the Acceptable Biological Catch (ABC).





Estimated stock biomass and exploitation rate (Fig. 9)

Estimated stock biomass was less than 500 thousand metric tons until 1988 and increased to be 887 thousand metric tons in 1990. After 1998, the estimated stock biomass continued to be around one million metric ton. The estimates still recorded high level as 1.16 million metric tons in 2004, although it slightly decreased from 2003.

Exploitation rates in recent years were estimated to be around 30 % indicating the increasing trend.



Fig. 9 Annual change of estimated stock biomass and exploitation rate of Japanese anchovy off the Pacific coast of Japan. Values are calculated by VPA.

Stock-recruitment relationship (Fig. 10)

The relationship between SSB and recruitment was significant and its linear relationship was used to forecast the future recruitment.



2. 10 Relationship between recruitment and spawning stock biomass anchovy off the Pacific coast of Japan. Values are calculated VPA. Fig. 10 Relat

RECOMMENDATION

ABC

From the historical datasets, the current stock status is still at the high level during recent 20 years, although the recruitment was smallest in 2004 among recent 4 years.

 ${\rm ABC}_{\it timit}$ was estimated under the ${\rm F}_{\it sins}$, which can continue the lowest SSB level during the recent five years in the northwestern Pacific stock of Japanese anchovy.

	ABC in 2006	Reference point		Exploitation rate
ABC	mit 322 x 10 ³ mt	F _{sim}	1.38	30 %
Year	Stock biomass(x 106 n	nt) Catch(x 10 ³ r	nt) F	Exploitation rate
2003	1.484	415	1.43	28 %
2004	1.244	401	1.13	32%
2005	1.102			