

# 栽培漁業の経験から 種苗生産・放流を考える

一般財団法人

宮崎県水産振興協会

桑田 博

# 栽培漁業の経験から 種苗生産・放流を考える

1. 自己紹介
2. 沿岸漁業(=資源)は危機的状況！
3. 種苗生産:もっと良い種苗を！？
4. 種苗放流:もっと生き残りを高く！？
5. まとめ

# 栽培漁業の経験から 種苗生産・放流を考える

## 1. 自己紹介

- 栽培漁業技術開発に従事
- さけますとのご縁

2. 沿岸漁業(=資源)は危機的状況！

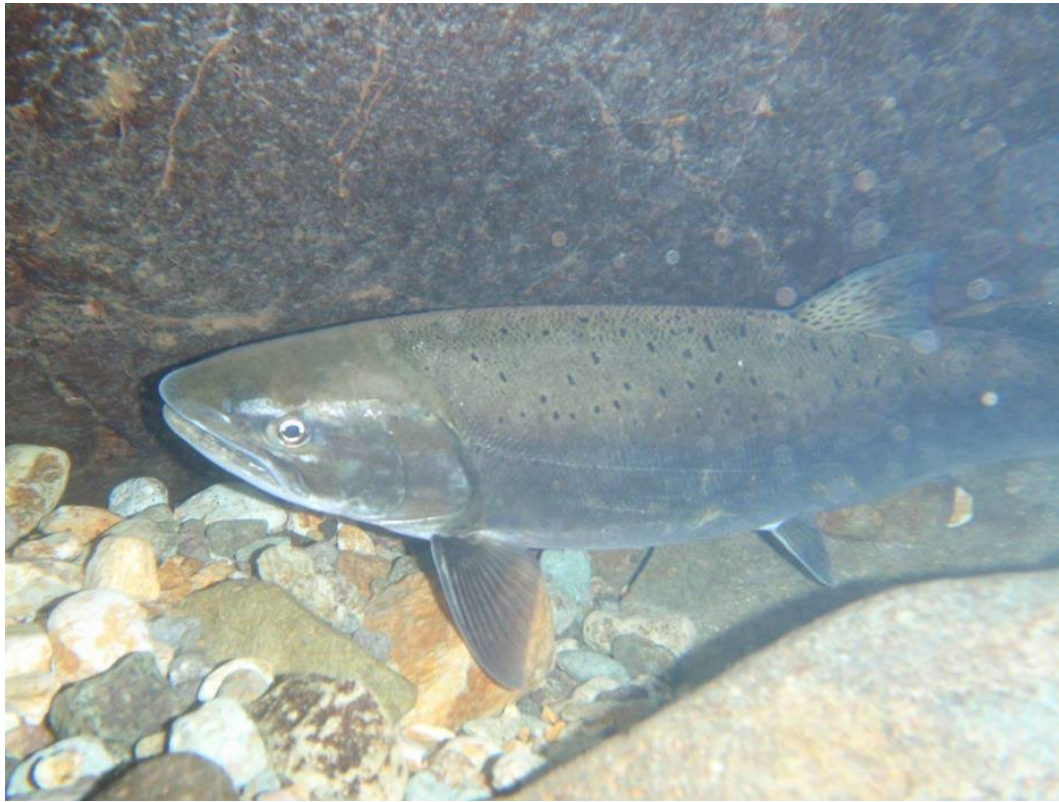
3. 種苗生産:もっと良い種苗を！？

4. 種苗放流:もっと生き残りを高く！？

5. まとめ

平成22年度日本水産学会中部支部大会発表

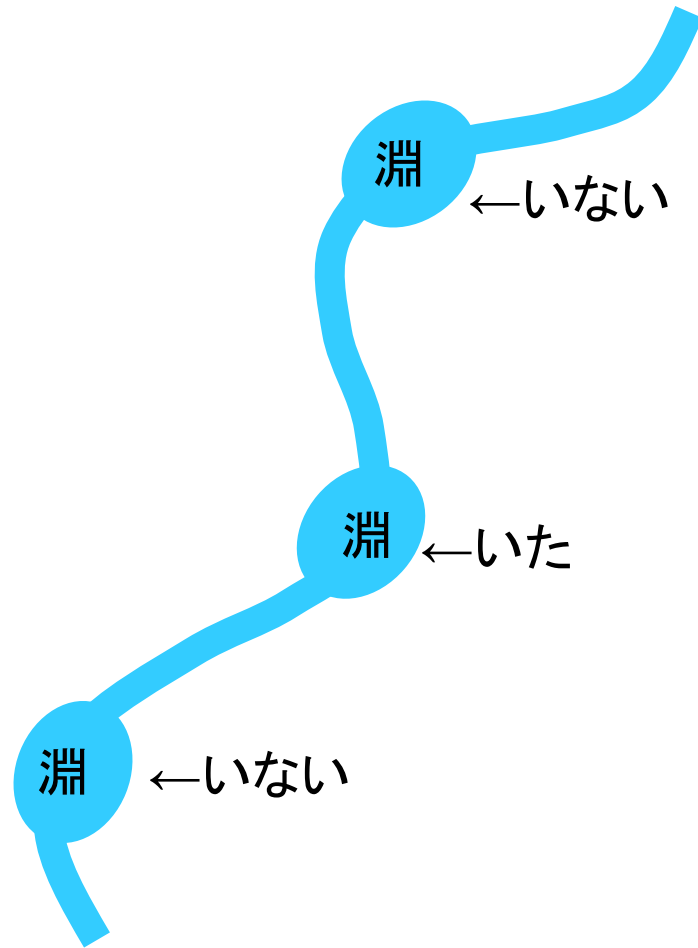
# サクラマス親魚は 隠れる穴がある深い淵を選ぶ



宮内康行・北口裕一・福澤博明・戸叶恒・桑田博  
(水研センター 日本海区水産研究所)

# 方法

- ・小規模河川で5月～9月に潜水目視調査
- ・「いた淵」と「いない淵」の水深、形状測定



# 結果

## ①潜水目視調査結果

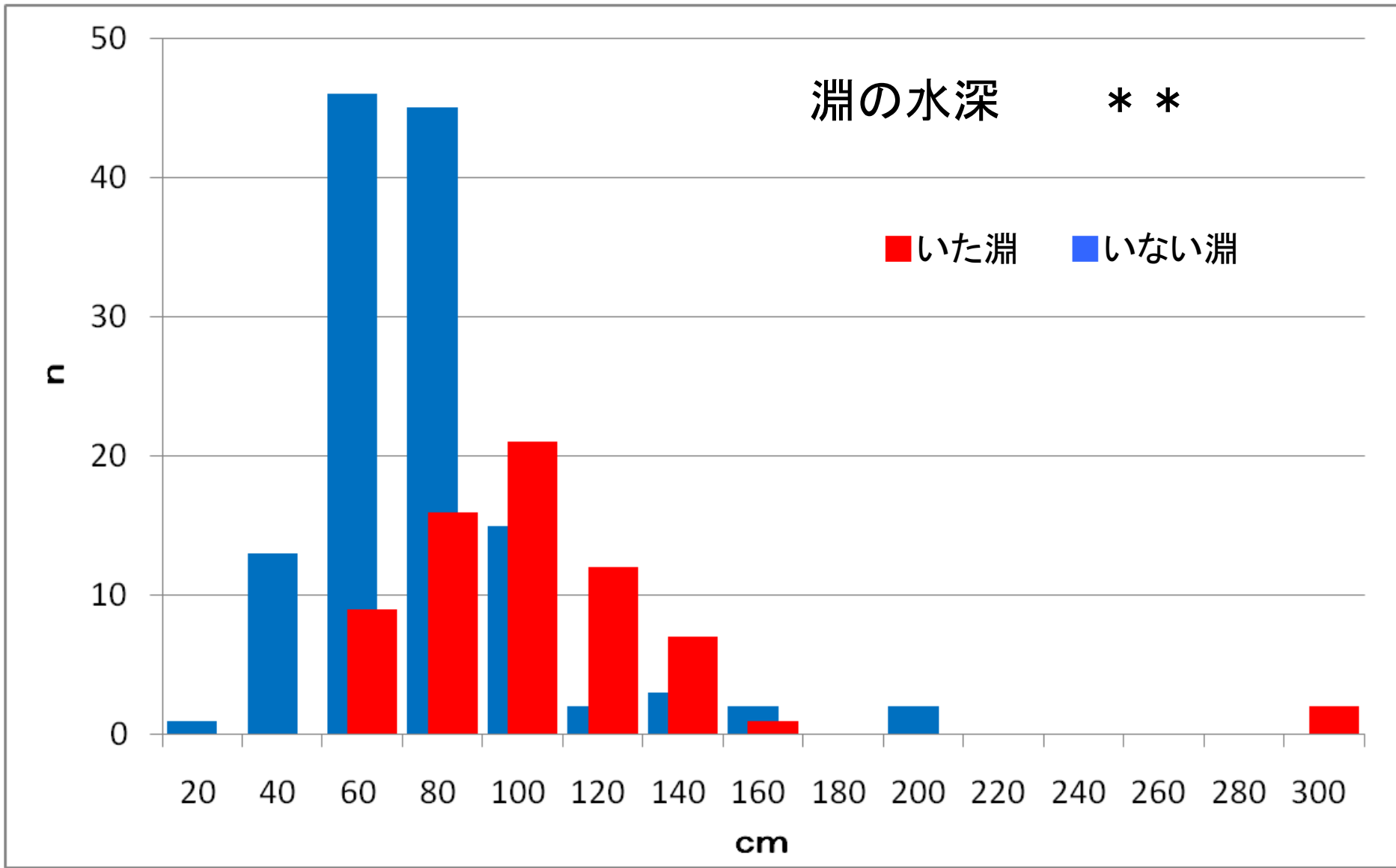
2河川での親魚発見尾数(淵数)

| 調査月 | 2009年  | 2010年  |
|-----|--------|--------|
| 5   | —      | 10(7)  |
| 6   | —      | 16(16) |
| 7   | —      | 17(15) |
| 8   | 8(7)   | 13(12) |
| 9   | 11(11) | —      |
| 累計  | 19(18) | 56(50) |



5~9月まで同じ条件の場所で発見

# ②淵の水深の比較(5月～9月)

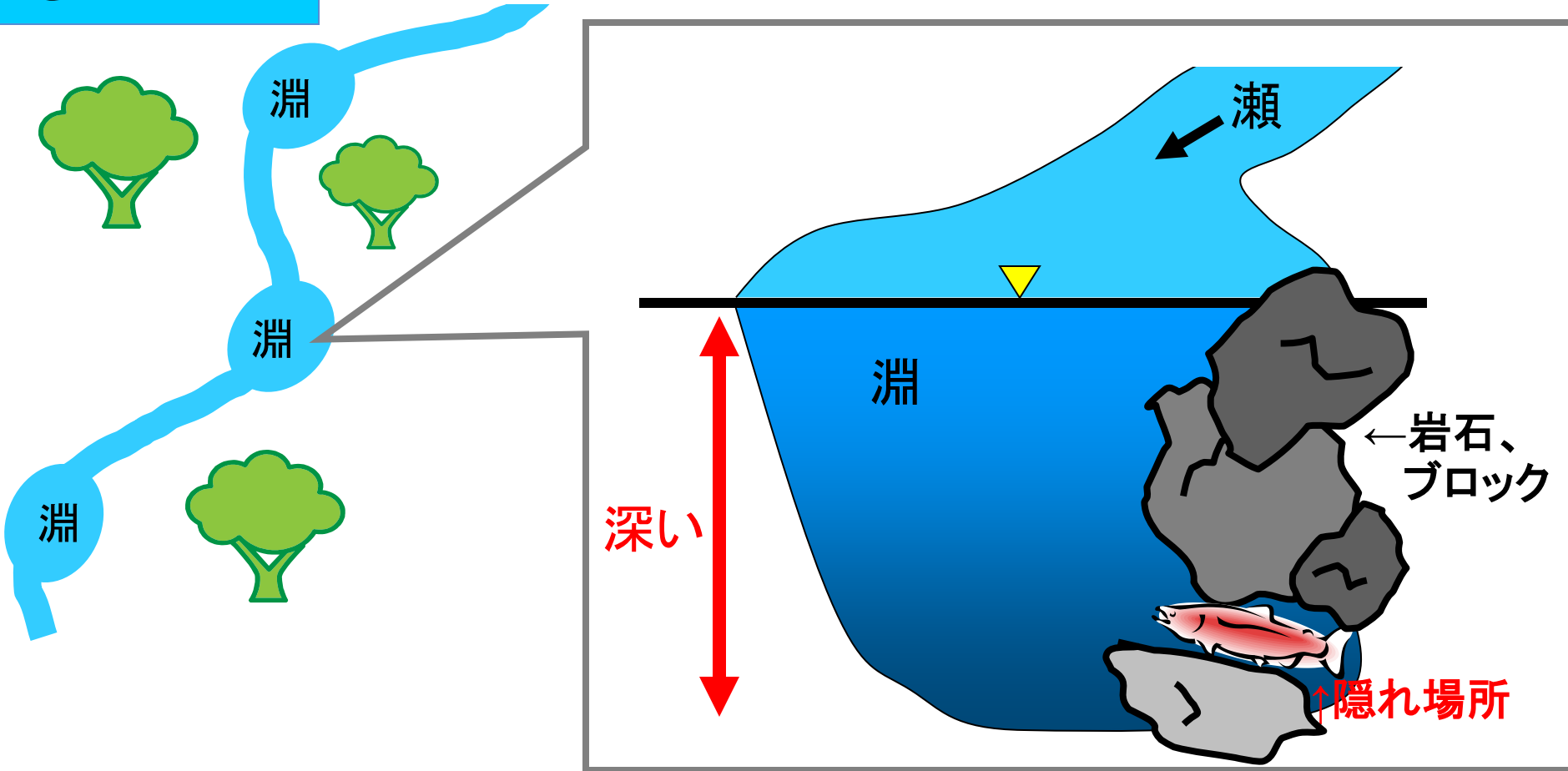


\* \* :  $P < 0.01$  (マンホイットニーU検定)



# まとめ

## 親魚の保全方法



サクラマスが越夏する淵の条件は・・・

→ 深い淵 + 隠れ場所 (避難場所、休憩場所)

# 栽培漁業の経験から 種苗生産・放流を考える

## 1. 自己紹介

- 栽培漁業技術開発に従事
- さけますとのご縁
  - 河川には、ダム、堰堤、三面護岸、河口堰！？
  - 海岸には、護岸、離岸堤、ヘッドランド！？

2. 沿岸漁業(=資源)は危機的状況！

3. 種苗生産:もっと良い種苗を！？

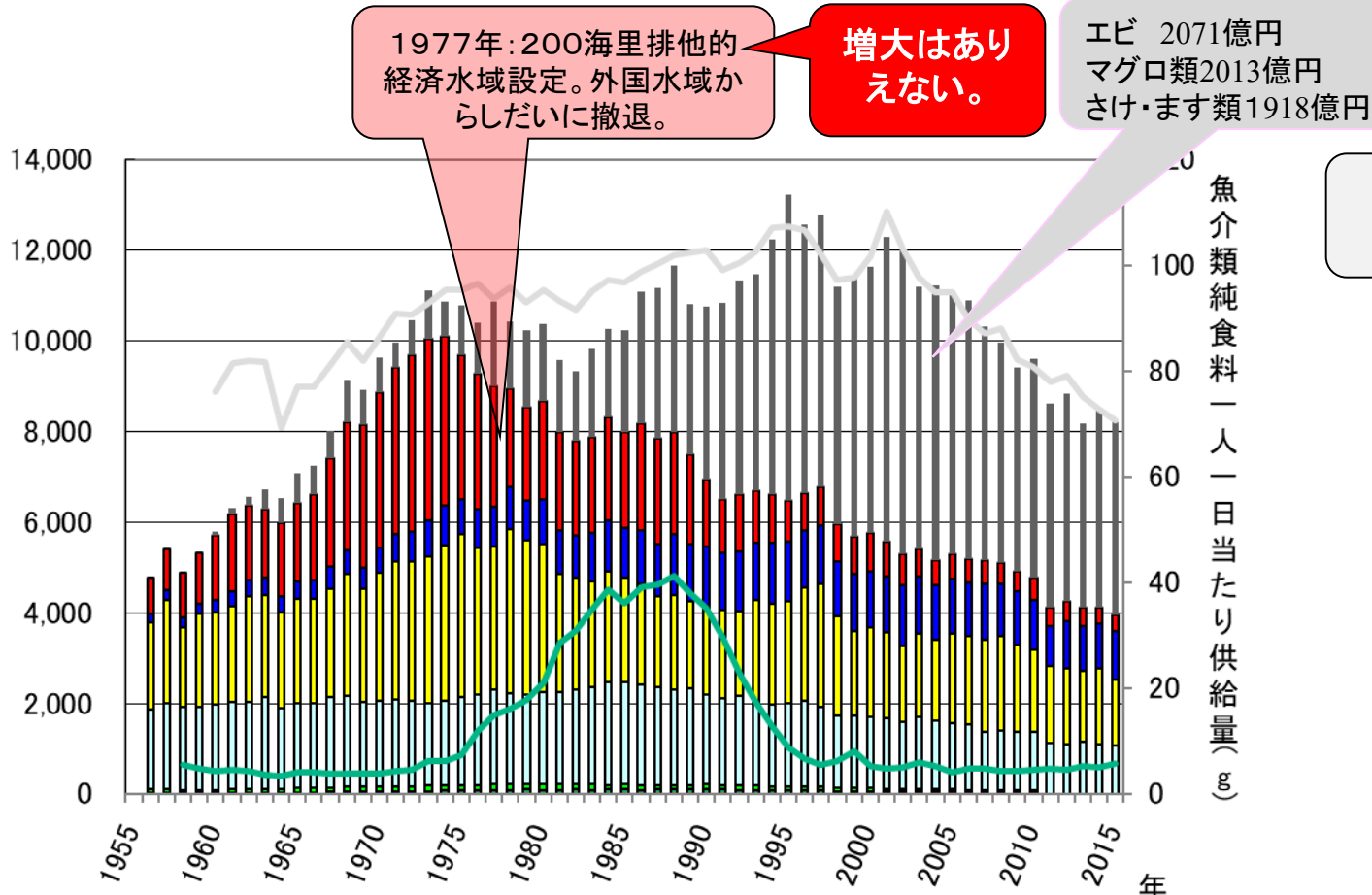
4. 種苗放流:もっと生き残りを高く！？

5. まとめ

# 栽培漁業の経験から 種苗生産・放流を考える

1. 自己紹介
2. 沿岸漁業(=資源)は危機的状況！
3. 種苗生産:もっと良い種苗を！？
4. 種苗放流:もっと生き残りを高く！？
5. まとめ

漁獲量・輸入量(千トン)



1977年:200海里排他的経済水域設定。外国水域からしだいに撤退。

増大はありえない。

エビ 2071億円  
マグロ類2013億円  
さけ・ます類1918億円

買い負け進行！  
将来は不明

図 主要漁業種類別漁獲量推移

- 内水面養殖業(千トン)
- 沿岸漁業(千トン)
- 養殖業
- 輸入量
- 魚介類純食料1人当たり供給数量(g)
- 内水面漁業(千トン)
- 沖合漁業(いわし類除外)
- 遠洋漁業
- いわし類

10トン以下の  
漁船漁業と定置網

**【生態系での位置】**  
マイワシは植物プランクトンを直接食べられる**例外的な魚種**  
仔稚魚期の環境が合えば爆発的に増加  
**【利用】**  
飼餌料利用割合が多い

漁業養殖業生産統計より作図  
[https://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/GL08020103.do?\\_toGL08020103\\_&tclass1=D=000001024930&cycleCode=0&requestSender=dsearch](https://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/GL08020103.do?_toGL08020103_&tclass1=D=000001024930&cycleCode=0&requestSender=dsearch)

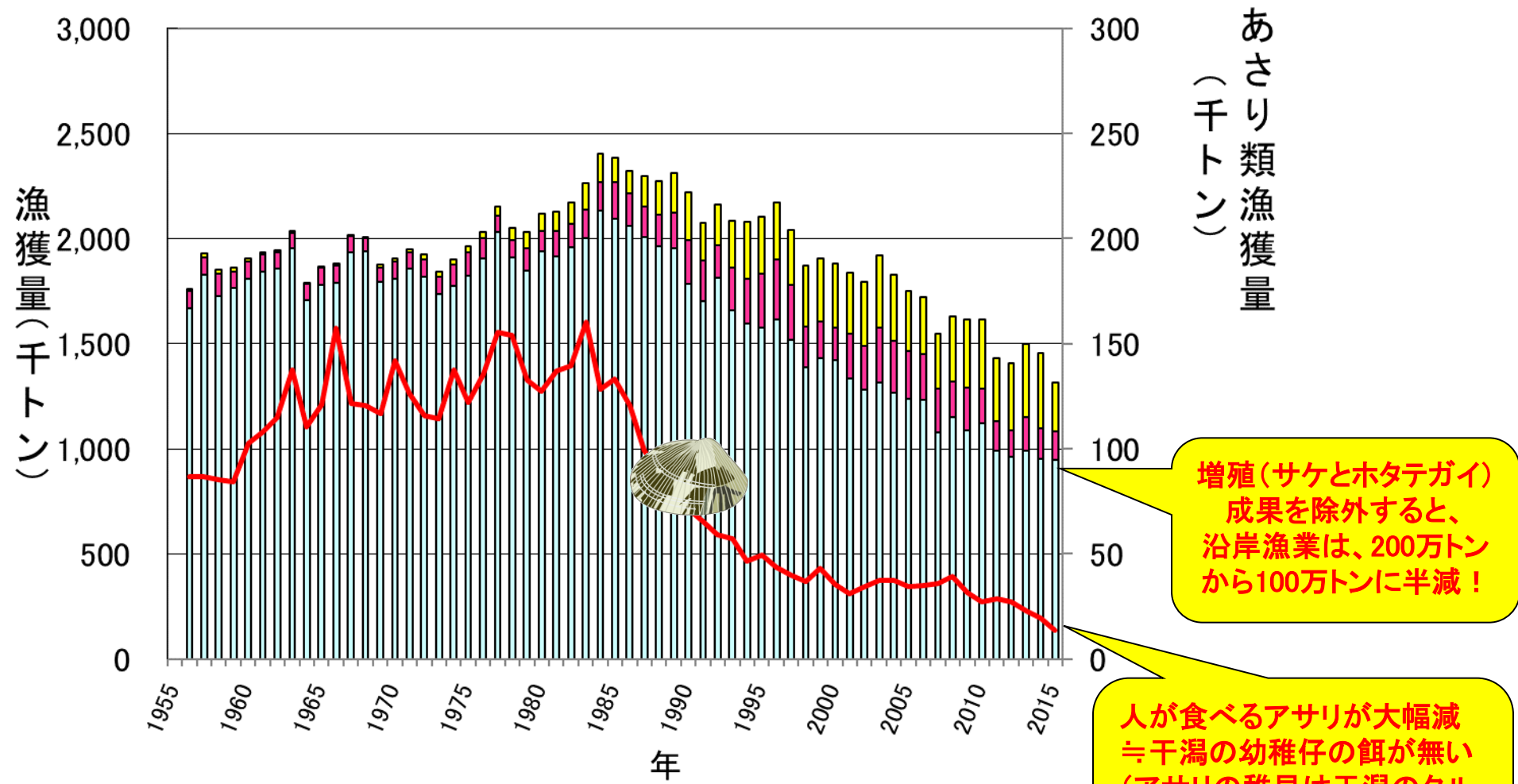


図 沿岸漁業種別漁獲量推移

沿岸漁業(さけ類除外)
  さけ類  
 ほたてがい(千トン、養殖除外)
  あさり類(千トン)

# 栽培漁業の経験から 種苗生産・放流を考える

1. 自己紹介
2. 沿岸漁業(=資源)は危機的状況！
  - 1980年台まで200万トン前後を保っていた沿岸漁業の水揚げ量は、その後半減！
  - サケとホタテの増殖成果は偉大！
3. 種苗生産：もっと良い種苗を！？
4. 種苗放流：もっと生き残りを高く！？
5. まとめ

# 栽培漁業の経験から 種苗生産・放流を考える

1. 自己紹介
2. 沿岸漁業(=資源)は危機的状況！
3. 種苗生産:もっと良い種苗を！？
4. 種苗放流:もっと生き残りを高く！？
5. まとめ

# 海産魚とサケマスの違いを確認：飼餌料

開口直後から配合飼料のみで飼育可能

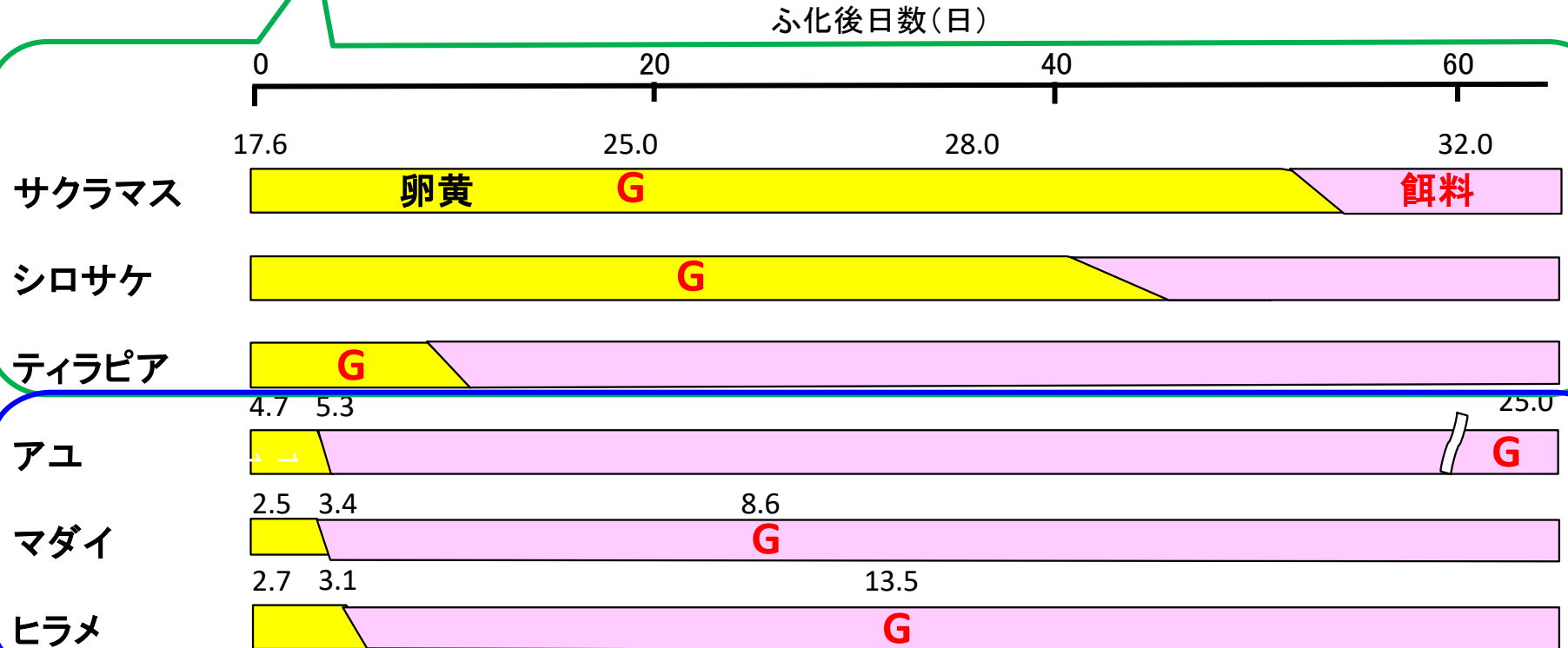


図 仔魚の発育に伴う卵黄から餌料への栄養源の転換と胃線分化期(G)との関係  
図中の数字は仔魚の全長を示す。(渡辺,1985を改変)

胃腺分化まで生物餌料の給餌が必須



# 海産魚とサケマスの違いを確認：施設・機材



**海水用資機材は高価！**

淡水用の3倍？

【一例】水中ポンプ

100V,0.25kW,180L/分

約13万円



**海産魚用(特に仔稚魚)配合飼料は高い！**

| 対象  | 粒径(mm)    | 単価(円/kg) |
|-----|-----------|----------|
| 仔稚魚 | <0.2      | 4,280    |
|     | 0.20~0.31 | 3,180    |
|     | 1.0~1.3   | 1,640    |
| 幼魚  | 1.8、2.8   | 496      |
| 成魚  | 3.8、10.0  | 425      |

**海産魚種の種苗は高価！**

魚種ごとにさまざまですが...

俗説：全長1cmあたり10円？

# 栽培漁業の経験から 種苗生産・放流を考える

1. 自己紹介
2. 沿岸漁業(=資源)は危機的状況！
3. 種苗生産:もっと良い種苗を！？
4. 種苗放流:もっと生き残りを高く！？
5. まとめ

# 健苗性、種苗性

## 1. 健苗性 (fish health)

- 種苗の“健康状態”
  - 奇形率、栄養状態、耐病性、活力、体力

## 2. 種苗性 (fish quality)

- 放流種苗としての“適性”
- 放流効果に直接影響を及ぼす形態的、生理的、生態的諸特性によって評価

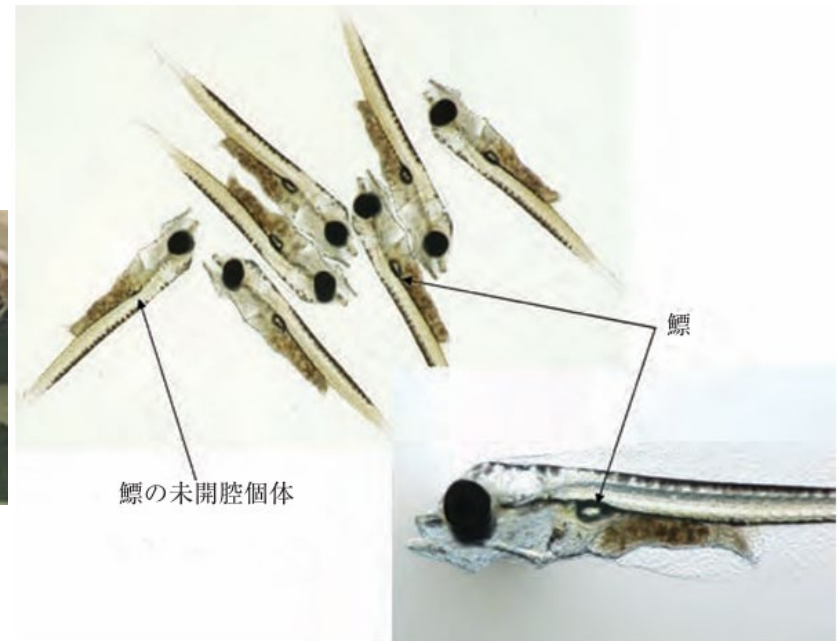
# 形態異常：原因解明と対策の成功事例

マダイ：摂餌開始～約1週間に水面の空気を飲み込んで鰾が開腔→正常発育、失敗→未開腔→脊柱前弯症

水面の空気の見込みを阻害する油膜除去対策を確立（北島等1981）

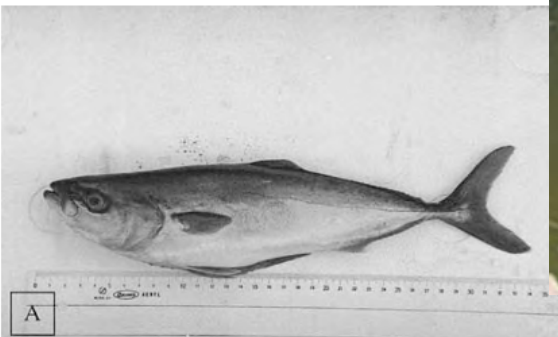
多くの海産魚で同様現象を確認

ブリ類、ハタ類、異体類etc



写真Ⅱ-2-17. 仔魚の鰾（日齢7：平均全長4.5mm）  
栽培漁業技術シリーズ12 2006  
ブリの種苗生産技術開発p20、41

<http://ncse.fra.affrc.go.jp/03kankou/034series/series-no12.pdf>



# 形態異常：原因未解明事例



栽培漁業技術シリーズ12 2006  
ブリの種苗生産技術開発p20、41

<http://ncse.fra.affrc.go.jp/03kankou/034series/series-no12.pdf>

# 昭和50年代に1場100万尾の量産技術を達成

## →水産庁「種苗性強化技術開発事業」

昭和61～平成8年度

### 1. 生化学的判定

水産庁中央水産研究所中野広室長

### 2. 生態学的判定

東京大学海洋研究所塚本勝巳助教授

### 3. 放流調査

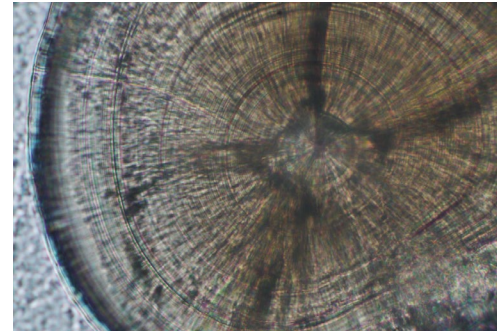
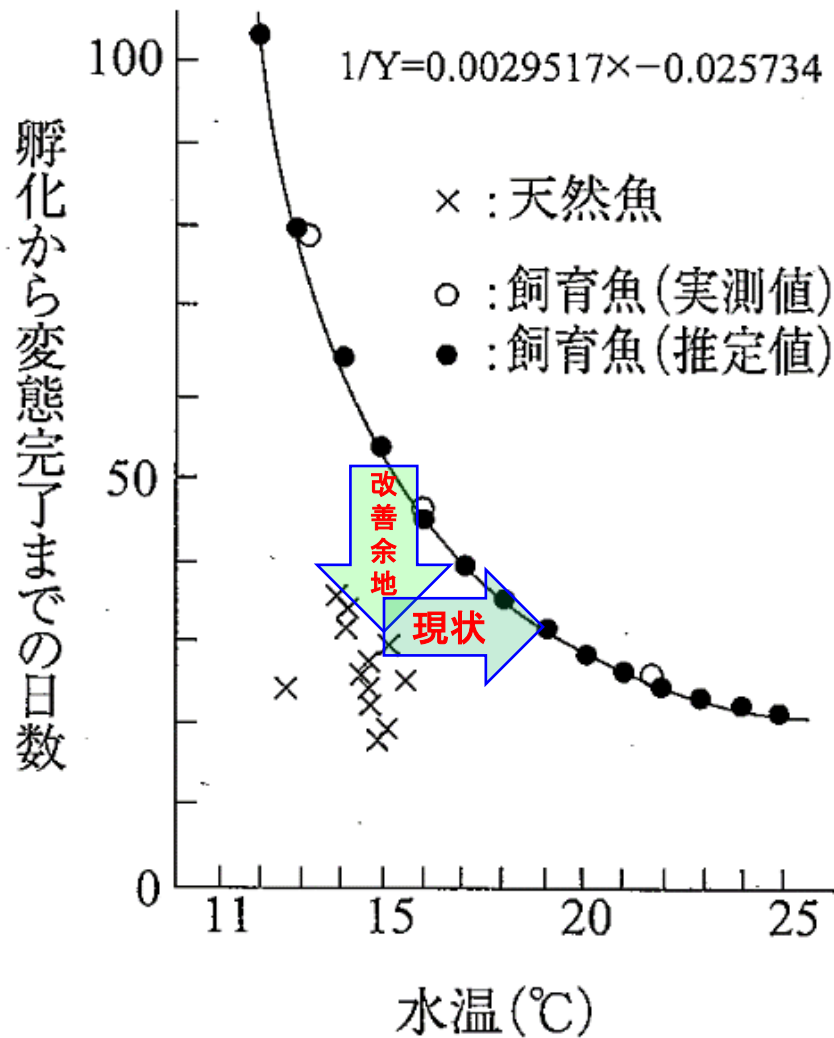
広島県

愛媛県

|      | 集約的生産魚         | 粗放的生产魚              |
|------|----------------|---------------------|
| 場所   | コンクリート水槽       | 塩田跡地素掘り池            |
| 飼育密度 | 高密度            | 低密度                 |
| 飼餌料  | 培養生物餌料<br>配合飼料 | 天然発生プランクトン<br>魚肉ミンチ |

# 「現在の人工種苗は完成形ではない！」

## 既報では



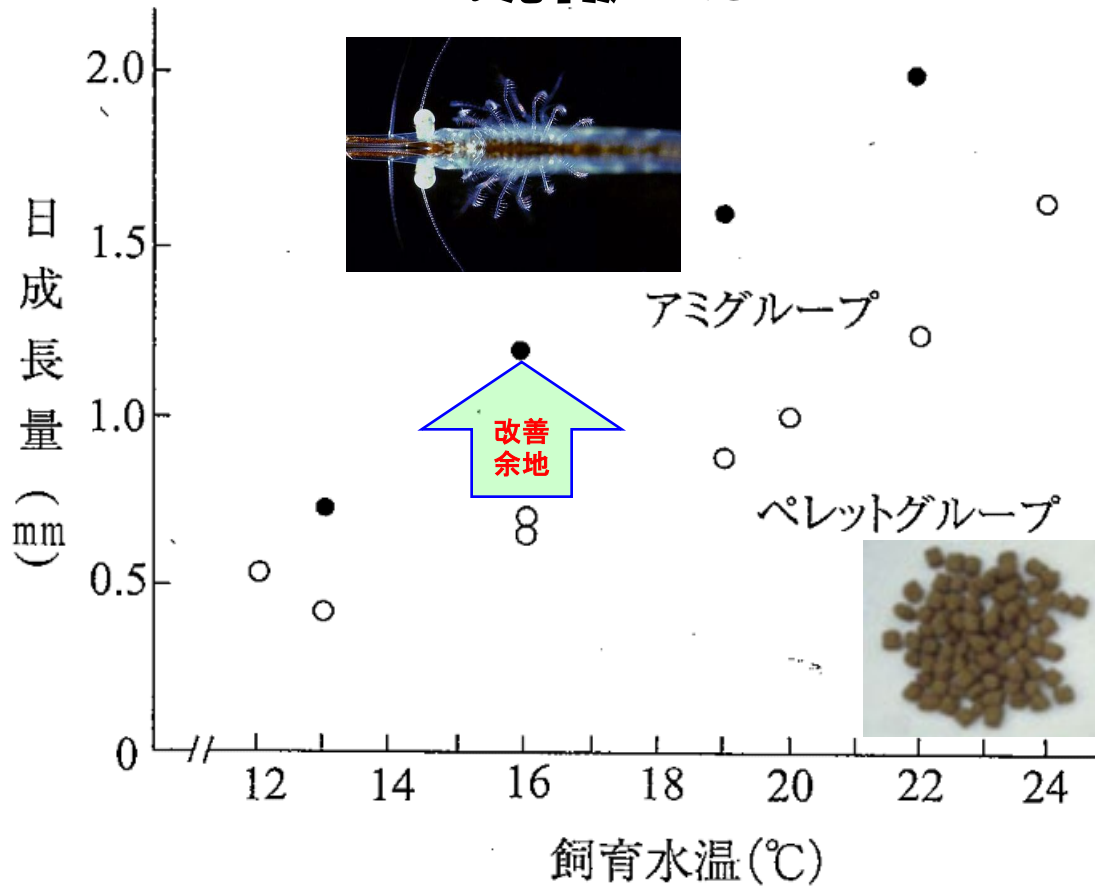
ヒラメの天然魚は飼育魚より  
低水温でも速く発育

(田中, 1998)

「稚魚 生残と変態の生理生態学」  
田中克、田川正朋、中山耕至編  
京都大学出版会 2009

# 「現在の人工種苗は完成形ではない！」

## 既報では



活きたアミ(天然稚魚の主餌料)を食べたヒラメ(体長12~29mm)は市販配合飼料を食べたものより成長が良い(Seikai,1997)

「稚魚 生残と変態の生理生態学」

田中克、田川正朋、中山耕至編

京都大学出版会 2009



# 「現在の人工種苗が完成形ではない！」

## 桑田が見てきたもの

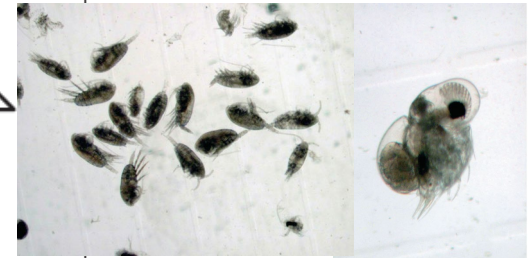
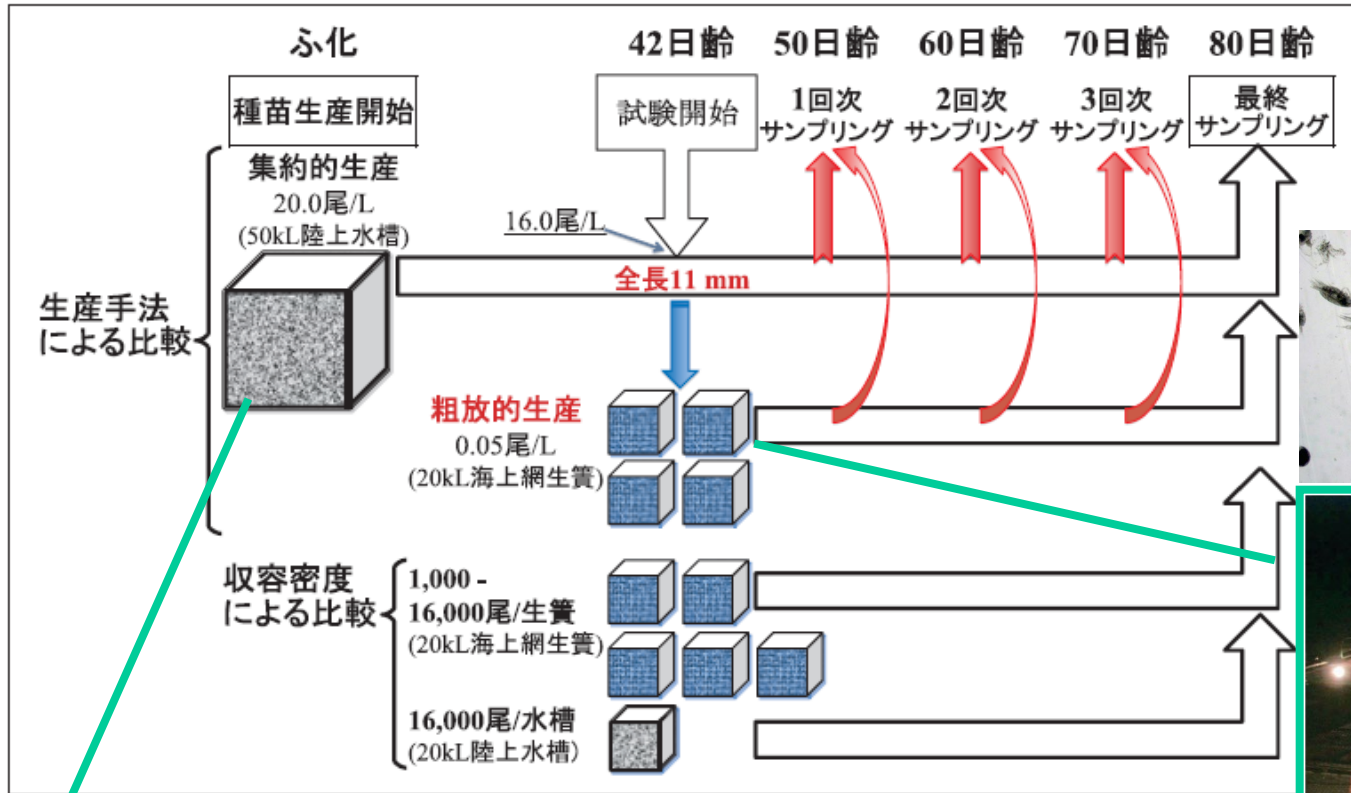


図1 変態期からのマダラ飼育試験の概要



友田2010

<https://jsnfri.fra.affrc.go.jp/publication/rt/7/3-5.pdf>

# 「現在の人工種苗が完成形ではない！」

## 桑田が見てきたもの

表1 生産手法によるマダラ仔稚魚の比較

|        | 50日齢       |     |       | 60日齢       |     |         | 70日齢       |     |         | 80日齢       |     |          |
|--------|------------|-----|-------|------------|-----|---------|------------|-----|---------|------------|-----|----------|
|        | TL<br>(mm) | CF  | SAI   | TL<br>(mm) | CF  | SAI     | TL<br>(mm) | CF  | SAI     | TL<br>(mm) | CF  | SAI      |
| 集約的生産魚 | 13.3       | 3.6 | 1.7   | 17.3       | 4.3 | 6.9     | 23.0       | 4.5 | 18.5    | 29.0       | 4.6 | 39.9     |
| 粗放的生産魚 | 14.3**     | 3.8 | 10.2* | 20.8***    | 4.5 | 51.0*** | 28.6***    | 4.7 | 59.7*** | 40.2***    | 4.7 | 231.4*** |

TL; 全長, CF; 肥満度, SAI; 無給餌生残指数(飢餓耐性能). 無給餌生残指数(SAI)は以下の式により算出した

$$SAI = N^{-1} \sum_{i=1}^k (N - hi) \times i$$

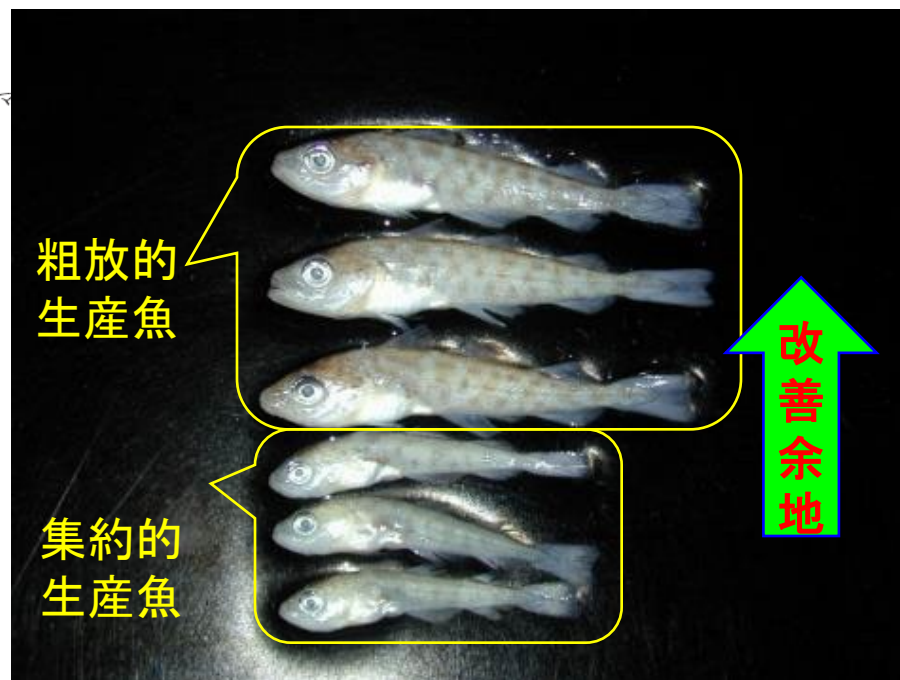
$N$ : 試験開始時の仔稚魚尾数  
 $hi$ :  $i$ 日目の累積死亡尾数  
 $k$ : 生残尾数が0となるまでの日数

集約的生産魚と比較して有意に勝る (\*;  $P < 0.05$ , \*\*;  $P < 0.01$ , \*\*\*;  $P < 0.001$ , マ)

表2 マダラ稚魚の形態異常出現率の比較

| 飼育群              | TL<br>(mm) | CF  | 脊椎骨数   | 脊椎骨異常の出現率(%) |      |          |
|------------------|------------|-----|--------|--------------|------|----------|
|                  |            |     |        | 腹部           | 尾部   | 全体       |
| 集約的生産魚<br>(80日齢) | 29.0       | 4.6 | 51.2 b | 10.5         | 21.1 | 28.9     |
| 粗放的生産魚<br>(70日齢) | 28.6       | 4.7 | 51.2 b | 10.0         | 0.0  | 10.0 *** |
| 天然魚<br>(定置網漁獲魚)  | 58.6       | 5.3 | 52.2 a | 1.9          | 3.7  | 5.6      |

TL; 全長, CF; 肥満度. a>b の順に有意差あり;  $P < 0.05$  (シェフェの多重比較検定).  
 \*\*\*;  $P < 0.005$  で有意差あり(カイ二乗検定).



種苗生産には改善余地がある！

友田2010

<https://jsnfri.fra.affrc.go.jp/publication/r/t/7/3-5.pdf>

# 栽培漁業の経験から 種苗生産・放流を考える

1. 自己紹介
2. 沿岸漁業(=資源)は危機的状況！
3. 種苗生産:もっと良い種苗を！？
  - 多くの海産魚がワムシ-アルテミアノープリウス-配合飼料の給餌で大量生産が実現！
  - ただし、天然プランクトン摂餌仔稚魚は高成長・頑健
  - 飼餌料の改善→更なる健苗生産の可能性あり
4. 種苗放流:もっと生き残りを高く！？
5. まとめ

# 栽培漁業の経験から 種苗生産・放流を考える

1. 自己紹介
2. 沿岸漁業(=資源)は危機的状況！
3. 種苗生産:もっと良い種苗を！？
4. 種苗放流:もっと生き残りを高く！？
5. まとめ

# マダイ小型種苗の放流技術開発

## 1997～1999

### サイズ別、場所別放流実験

追跡調査  
行動観察  
漁獲調査

※東大海洋研塚本勝巳先生との  
共同研究



# マダイ稚魚の放流実験: フィールド

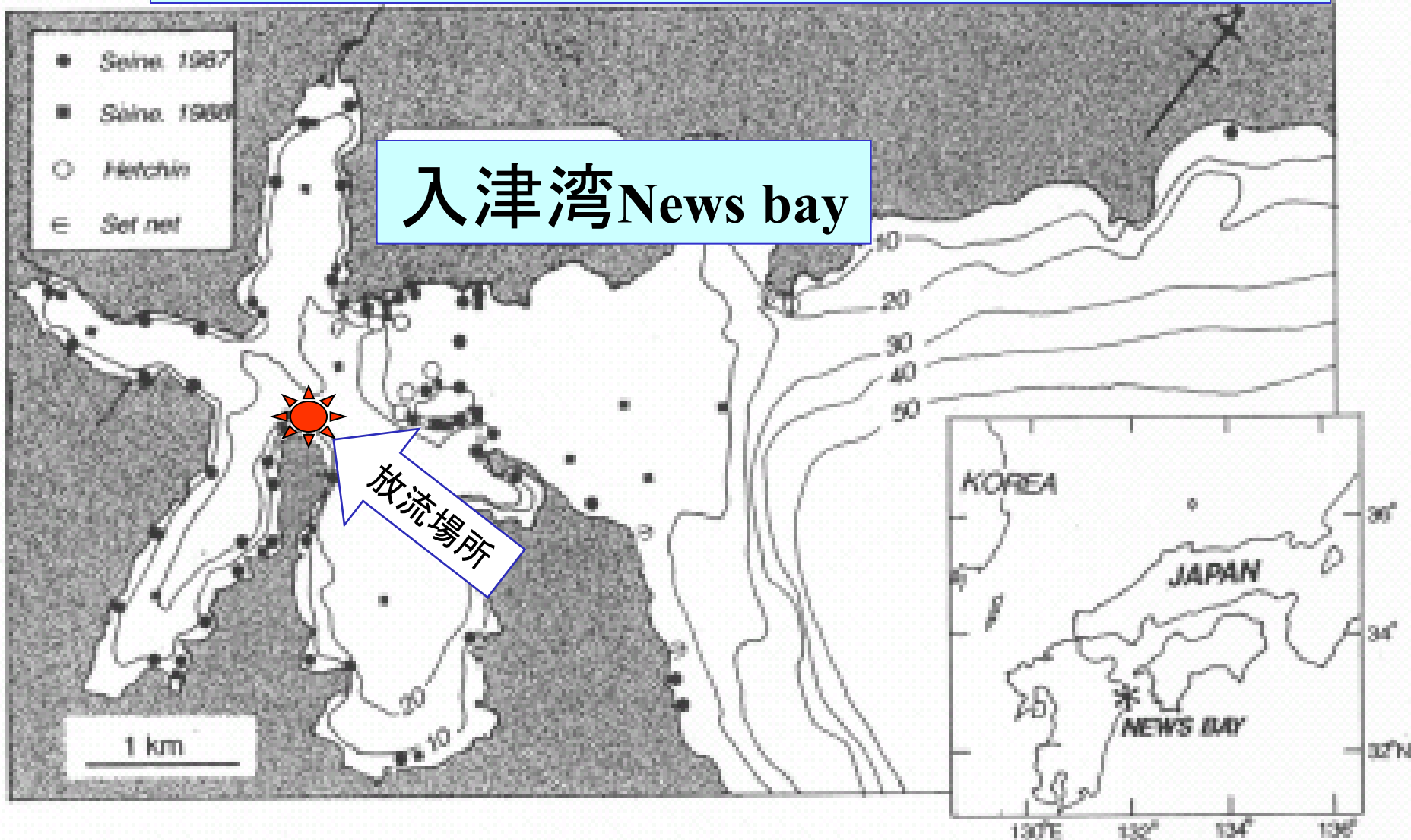
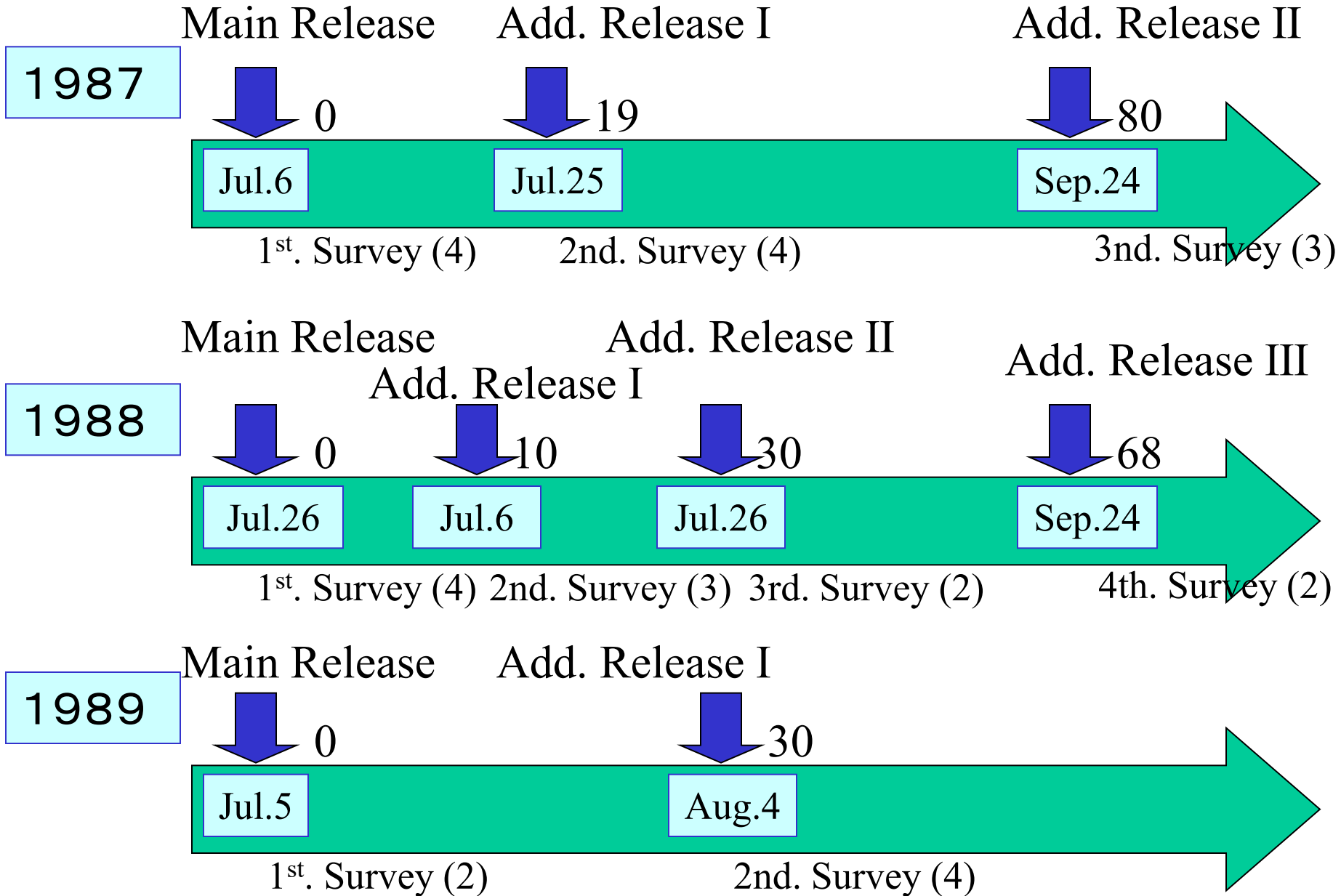
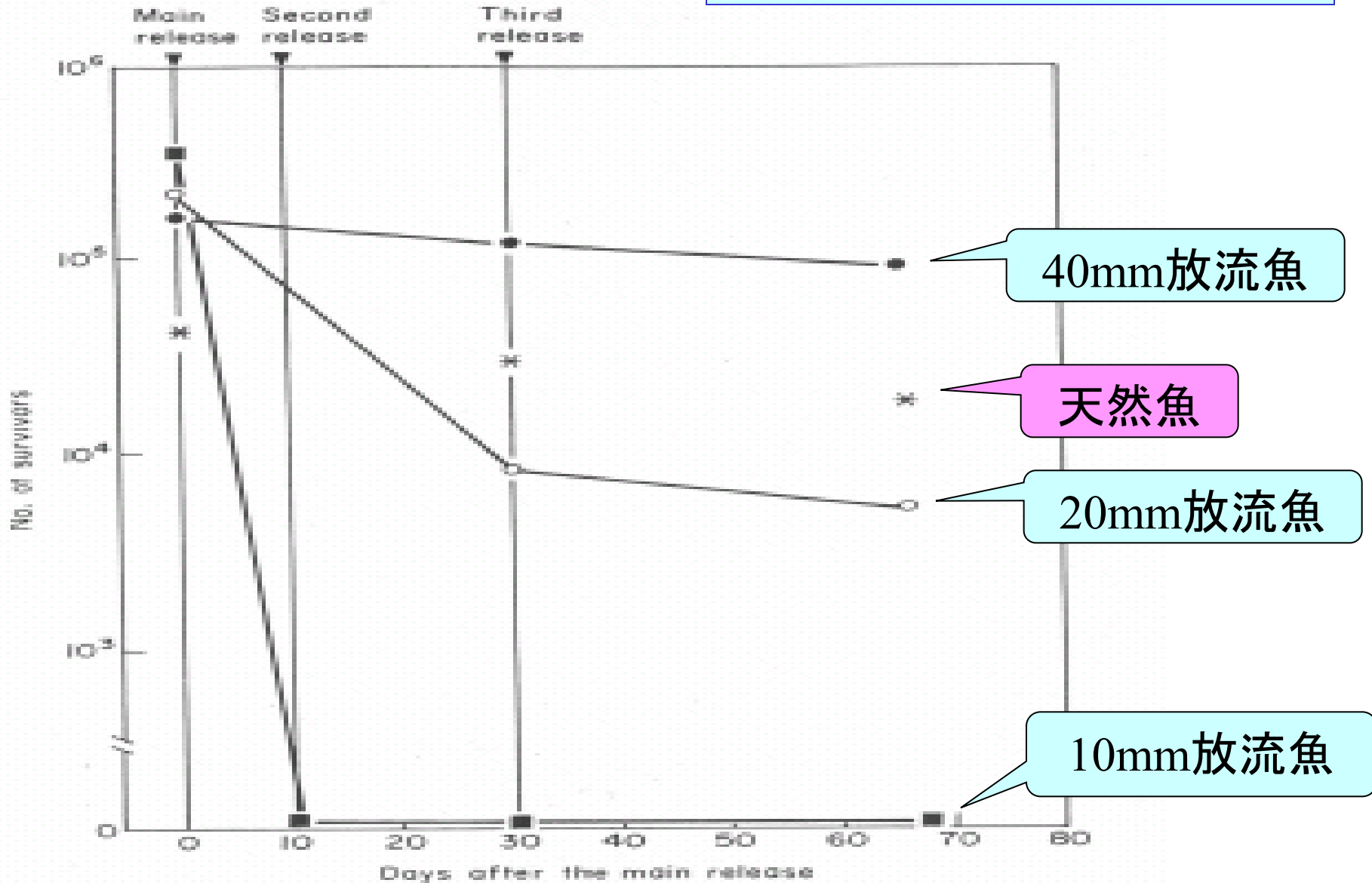


FIG. 1. News Bay, and sampling locations of the red sea bream juveniles in 1987 and 1988. Two locations of set net in Kamae and Yonouru are outside the area featured (see Fig. 3). Depth contours in m.

# 放流実験デザイン



# 88年放流魚の生残





# *News Project* (1987-89) 成果 —マダイ稚魚の放流方法—



## <まとめ>

- 経済的最適放流サイズ ➡ 入津湾では全長40mm
- 減耗時期 ➡ 放流後数日以内 (おそらく放流当日?)
- 減耗要因 ➡ 10mm魚は逸散、20mm魚は被捕食
- 放流適地 ➡ 内湾の凹地
- 横臥行動を発見 ➡ 種苗性の指標
- 漁獲を確認。



***News Project* は、当初10年計画で開始。  
シマアジ種苗量産成功 ➡ *News Project* 終了。**

# 放流効果が事業化後に下がった？

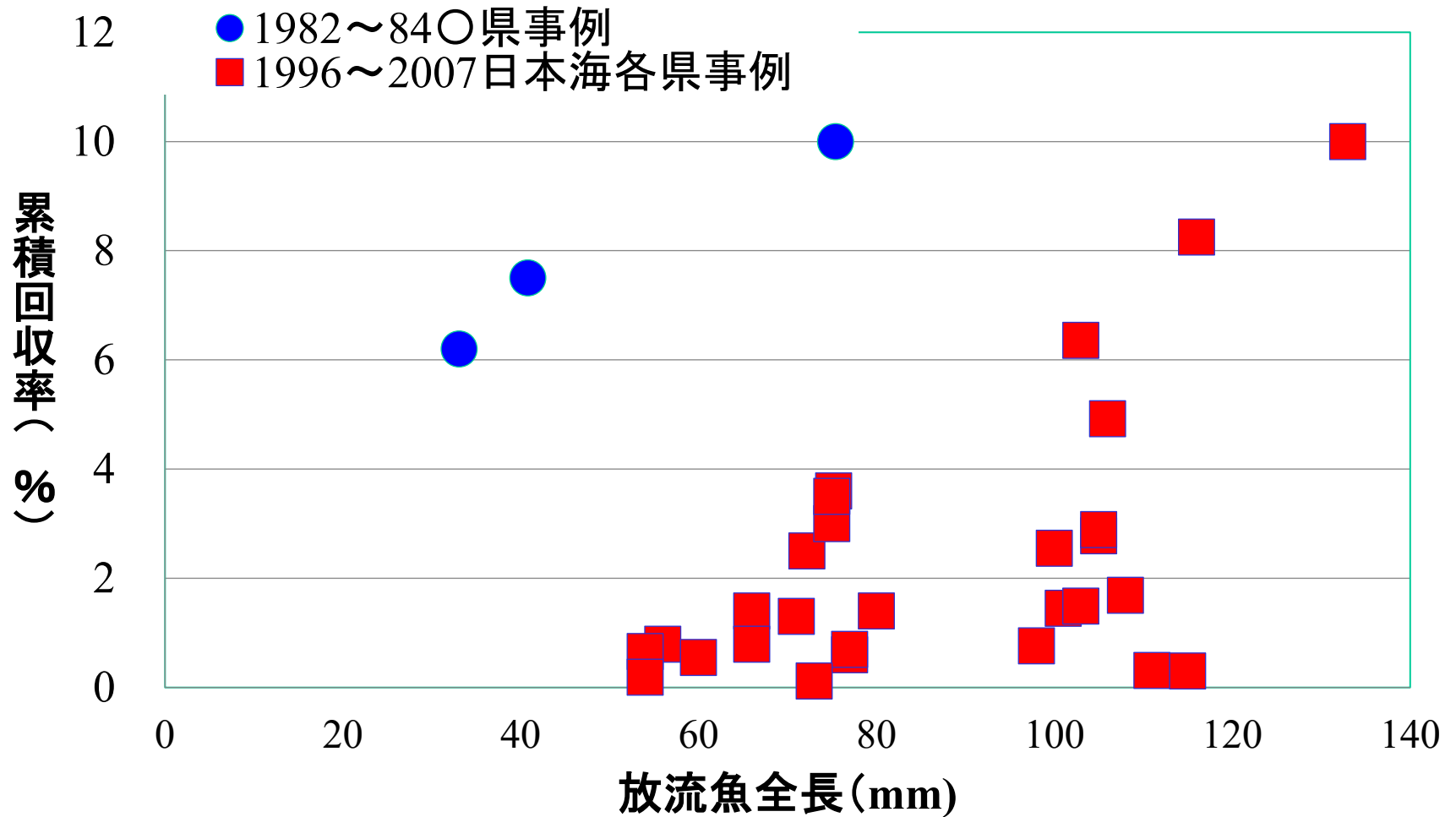
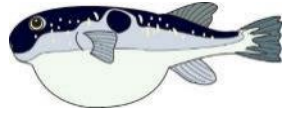


図 日本海ヒラメ放流魚の放流サイズと漁獲回収率

**種苗の質、放流時期・場所、適切な放流方法は大丈夫？**

# 伊勢・三河湾トラフグ 放流技術開発



## 【社会的ニーズ】

・高級魚のトラフグは漁獲安定の要望が強く、積極的な種苗放流が行われ、資源を底支え。しかし、放流初期の減耗大  
→トラフグ人工種苗を放流海域へ速やかに順化させる放流手法を開発中。

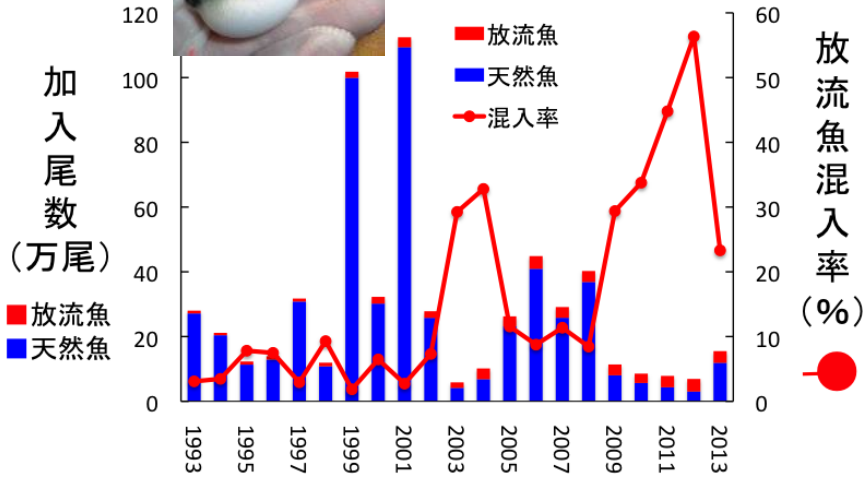


表 放流6日後の曳網調査 (神奈川県との共同研究)

|                  |     | 浅場    | 深場    |
|------------------|-----|-------|-------|
| 曳網水深(cm)         |     | 25~70 | 70~90 |
| トラフグ<br>採集<br>尾数 | 1回目 | 15    | 1     |
|                  | 2回目 | 2     | 0     |
|                  | 3回目 | 12    | —     |
|                  | 平均  | 9.7   | 0.5   |



トラフグ放流魚はひざ下より浅い砂場に潜砂して隠れていた！

放流場所を数百m変更しただけで回収率9倍

# 栽培漁業の経験から 種苗生産・放流を考える

1. 自己紹介
2. 沿岸漁業(=資源)は危機的状況！
3. 種苗生産:もっと良い種苗を！？
4. 種苗放流:もっと生き残りを高く！？
  - 放流魚の減耗は放流直後に発生！
  - 放流魚の質の向上、放流サイズ、時期、場所、放流方法の工夫
    - 減耗低減の可能性あり
5. まとめ

# 栽培漁業の経験から 種苗生産・放流を考える

1. 自己紹介
2. 沿岸漁業(=資源)は危機的状况！
3. 種苗生産:もっと良い種苗を！？
4. 種苗放流:もっと生き残りを高く！？
5. まとめ



世の中ではSDGs 「Sustainable Development Goals  
(持続可能な開発目標)」

漁業は環境共生産業  
魚介類 (= 野生生物) の持続的利用

- ・ 場づくり
- ・ 種づくり **もっと良い種苗&放流をしよう!**
- ・ 資源管理

※ 現代の競争は、科学技術(Science)と哲学(Philosophy)

粗放的  
生産魚



集約的  
生産魚



きれいな海 多彩な美味しい魚  
日本の食文化を引き継ぐのは我々の責務



2011年12月25日 宮古市魚菜市場にて