



Title	プランクトンが支配する海洋生態系：原始的狩猟にも比せられる漁業の確固たるサステナビリティの基盤
Author(s)	谷口, 旭
Citation	北海道海洋生物科学シンポジウム = Hokkaido Marine Bioscience Symposium. 平成22年11月5日(金). 北海道大学地球環境科学研究所D棟201号室, 札幌市.
Issue Date	2010-11-05
Doc URL	<a href="http://hdl.handle.net/2115/44163">http://hdl.handle.net/2115/44163</a>
Type	conference presentation
File Information	23_5taniguchi.pdf



[Instructions for use](#)

# 海産物は、獲れなくなるのか



**プランクトンが支配する海洋生態系  
—原始的狩猟にも比せられる漁業の確固  
たるサステナビリティの基盤—**

**Plankton dominating oceanic ecosystems:  
Basis of the firm sustainability of pelagic  
fisheries often criticized as a primitive and  
exploitative activity**

**谷口 旭(東京農業大学)**

## 水圏環境について考える

- 魚類も海洋生態系の一員だから、海洋生態系の特質を理解しなければならない。
- 海洋生態系の特質は、海洋における環境の特性に支配されている。
- 生態系の基礎をなす一次生産者(植物)に支配的な環境要因が、決定的である。
- では、水中と陸上とで異なる、植物にとって重要な環境特性とは何か？

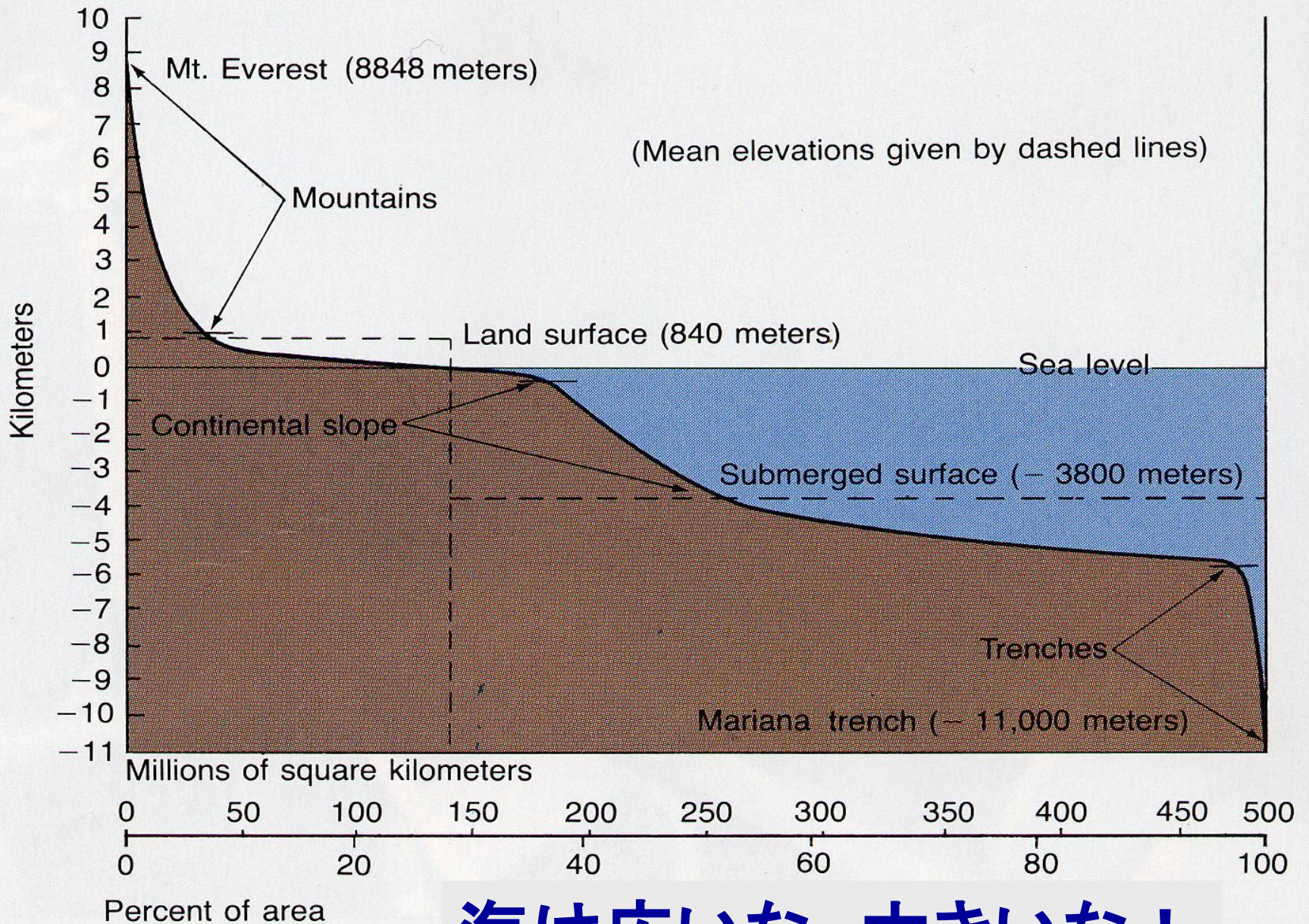
# 植物の生活圏としての海 〈海洋環境の特色〉

海は、

- 広い 〈陸地面積の 2 倍強〉
- 深い 〈全海洋の平均水深は 3,800 m〉
- 水に満たされている 〈陸上は空気〉

空気に比べて水は：

- ・密度が大きい (1,274 倍)
- ・粘度が大きい (631倍)
- ・吸光度が大きい (光合成有効放射  
では、ほぼ無限大)



海は広いな、大きいな！

# 海洋環境は植物にとってはジレンマの世界

□ 高密度・高粘度の海水は混合しにくいので、沈降有機物の分解で再生される栄養塩は深層に溜まり、表層へ回帰しにくい。

⇒ 表層は貧栄養

□ 海水の吸光度が大きいので、水中は、深さとともに急激に暗くなる。

⇒ 光合成層は表層に限定

# 沈降した有機物から深海で栄養塩が再生

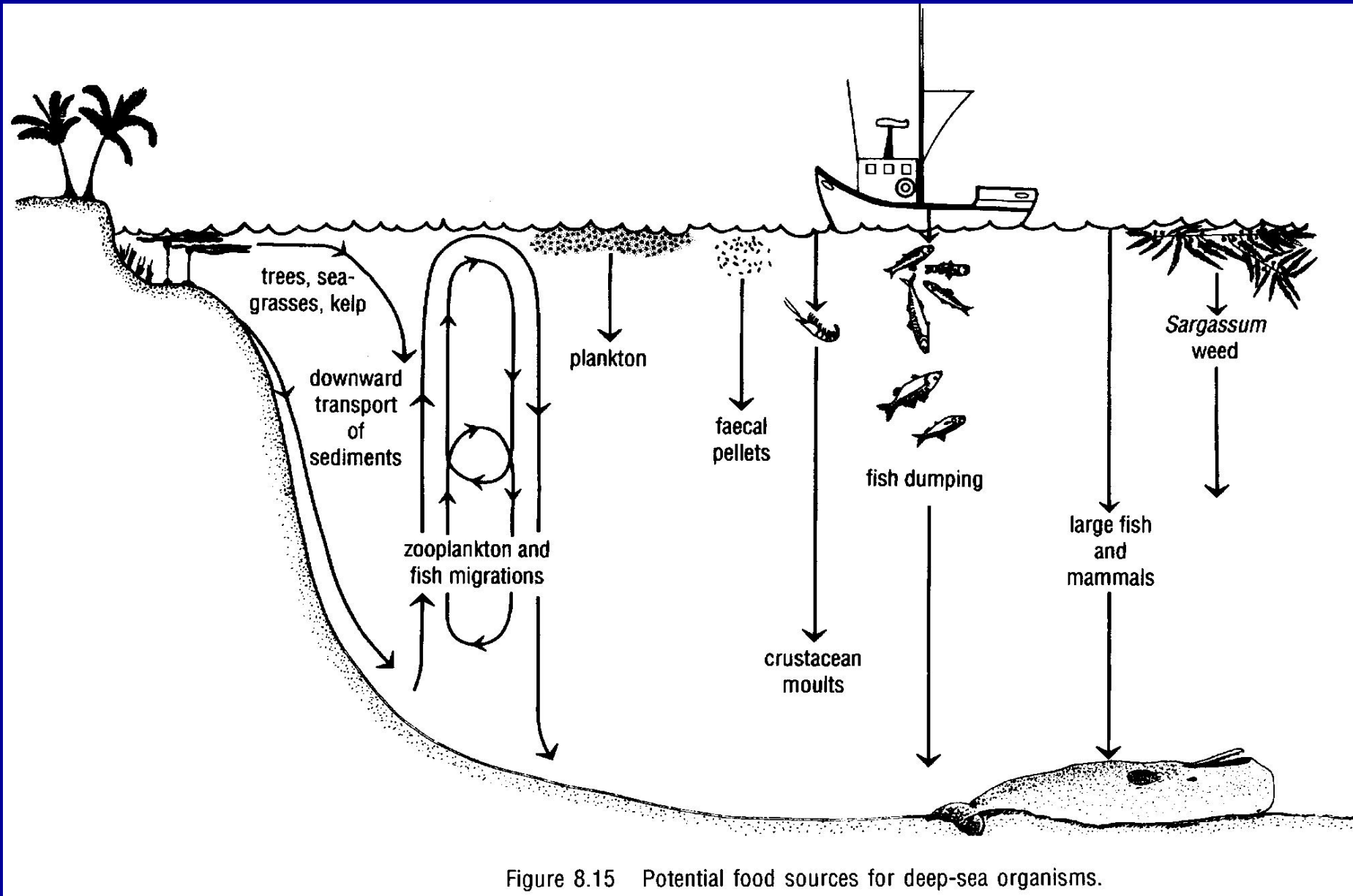


Figure 8.15 Potential food sources for deep-sea organisms.



# 栄養塩は下層に多いが、表層には少ない

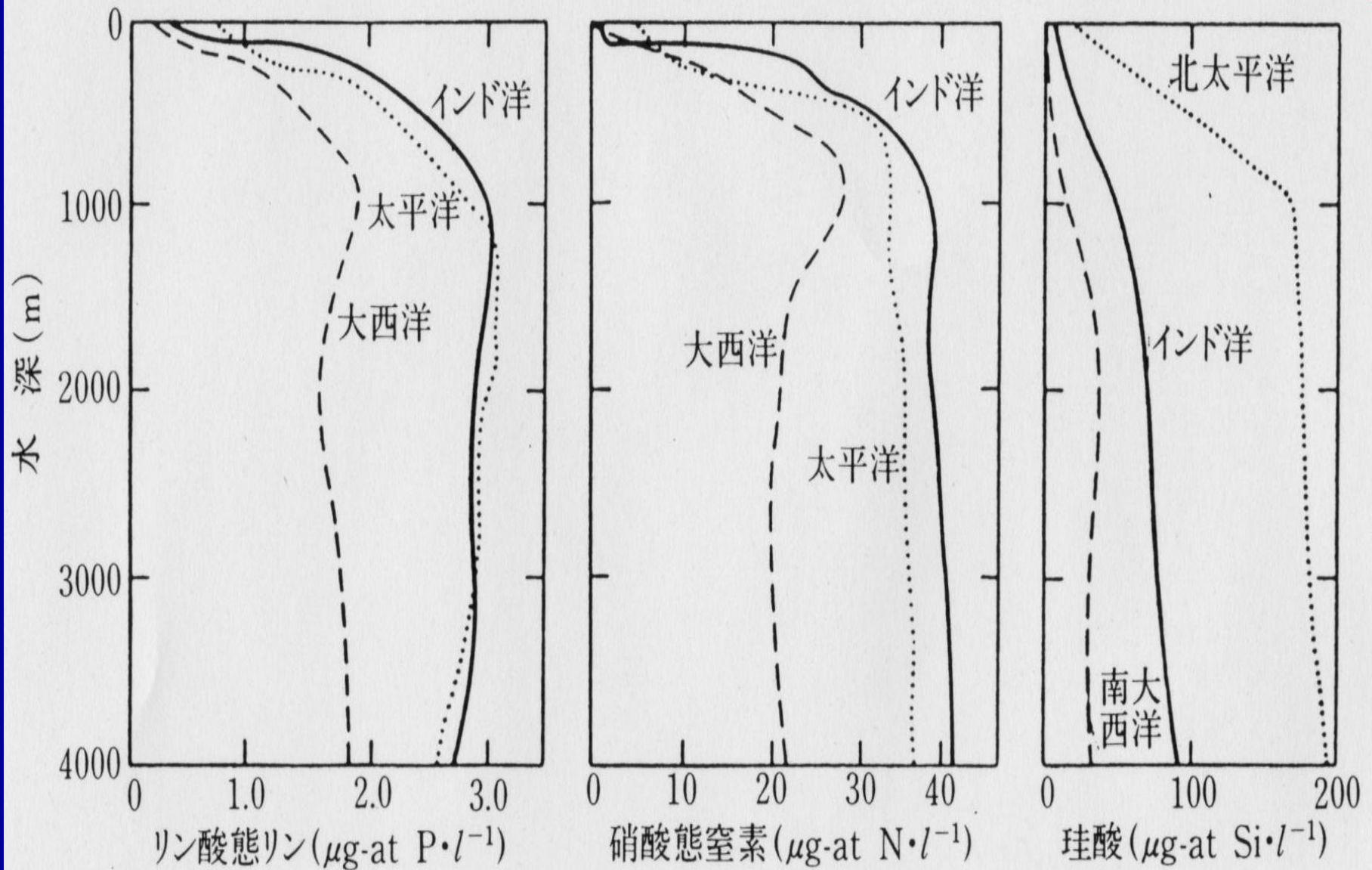
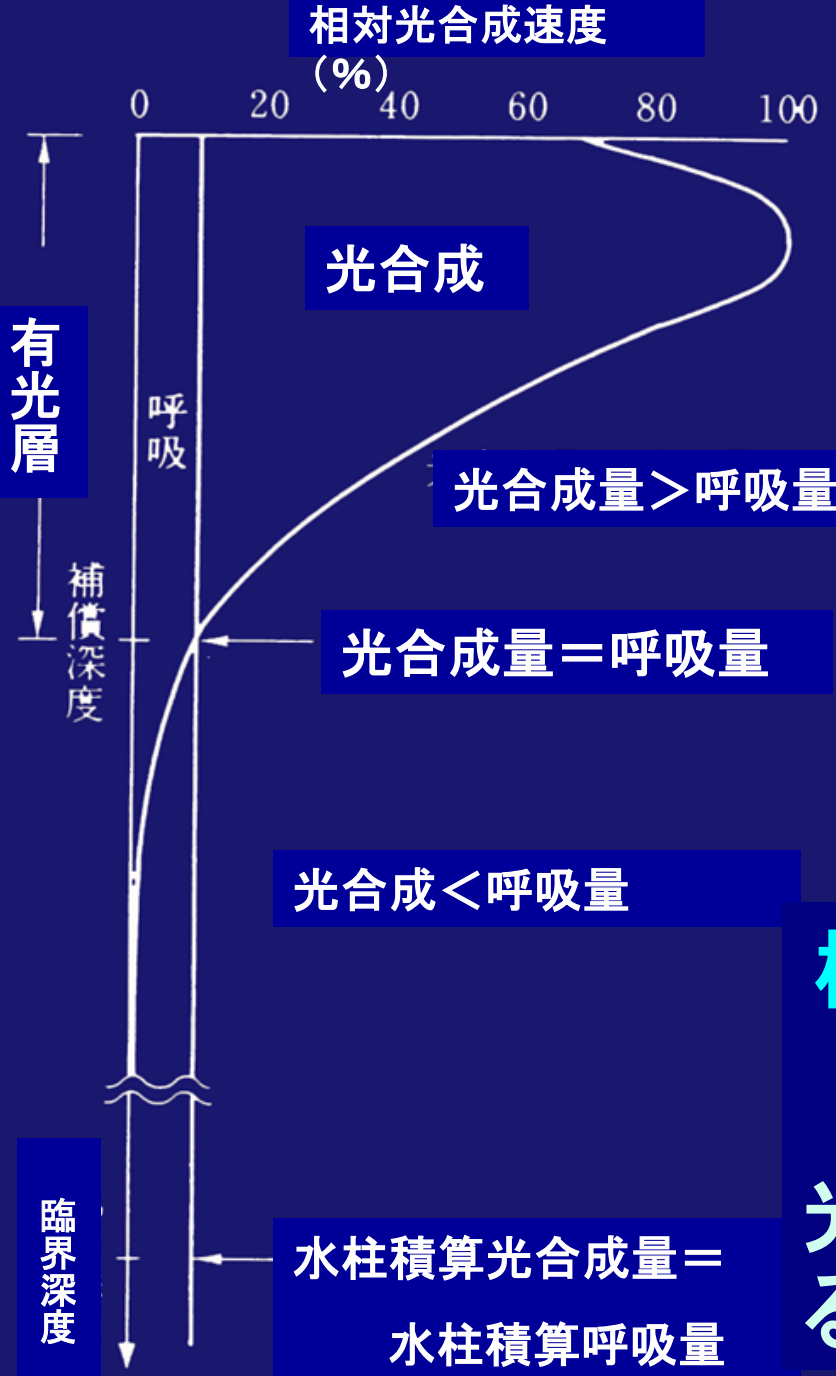


図 三大洋における栄養塩の分布 (Sverdrup et al., 1942)

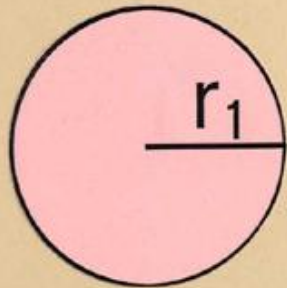


# 植物プランクトンの光合成と呼吸の深さによる変化

## 光合成層が表層に限られる理由

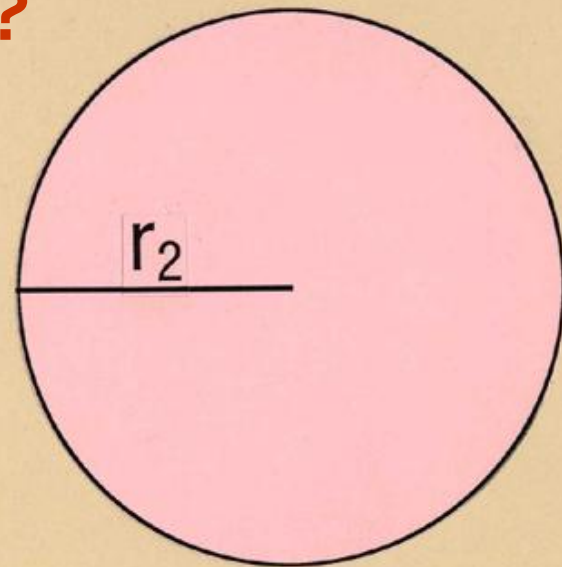
(谷口 旭, 1995)

# なぜ海洋の植物は小さいのか？

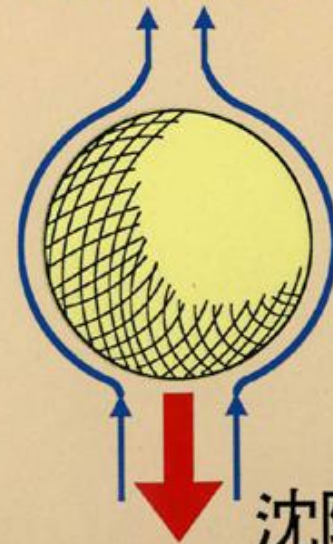


表面積  $S = 4\pi r^2$

体積  $V = \frac{4}{3}\pi r^3$



摩擦抵抗  $\propto S$



沈降力  $\propto V$

- $S/V$  比は“沈みにくさ”の指標になる
- $S/V$  比は  $\frac{3}{r}$
- $r$  が小さいほど、沈みにくく、栄養塩を吸収しやすい

# 植物プランクトン

- 沈降力は体重 ( $V$ ) に比例、摩擦抵抗は体表面積 ( $S$ ) に比例するから、 $S/V$  比が大きければ浮遊に有利
- 栄養塩要求量は  $V$  に、摂取量は  $S$  に比例するから、 $S/V$  比が大きいほど希薄系では有利
- 物体の  $S/V$  比はサイズの逆数だから、小型植物ほど表層での生活に有利
- それが、**植物プランクトン**である。

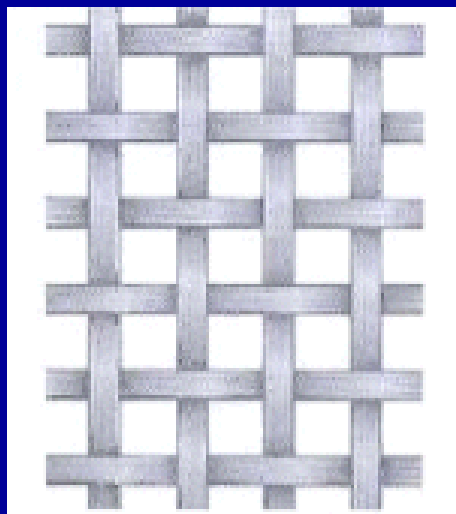
## 濾過摂食

- 水中に懸濁している餌を摂食する、海洋動物に特有な摂食様式は、**濾過摂食** (Filter feeding) である。
- 濾過摂食は、海洋の動物には広く見られる摂食様式であるが、陸上生態系には見られない。
- 濾過摂食が可能な水圏生態系には、固着性の動物も多い。

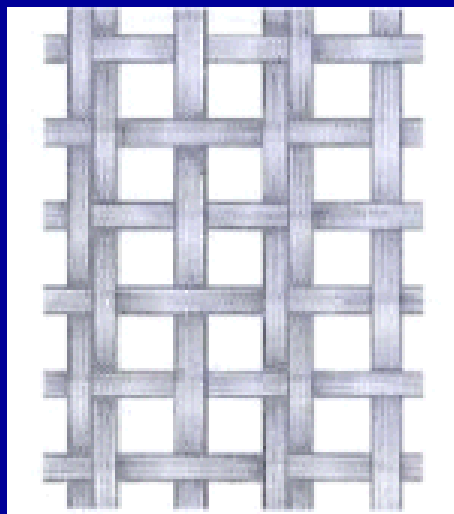
## 濾過摂食器官

- 摂食者の濾過器官の目合いは、好む餌のサイズに対応している。
- 目合いは、大きい餌を摂食する動物では粗く、小さい餌を摂食する動物では細かい。
- 微細な植物プランクトンを摂食する動物の濾過摂食器官の目合いは、繊細である。
- どのようにして、繊細な目合いを形成するのか？

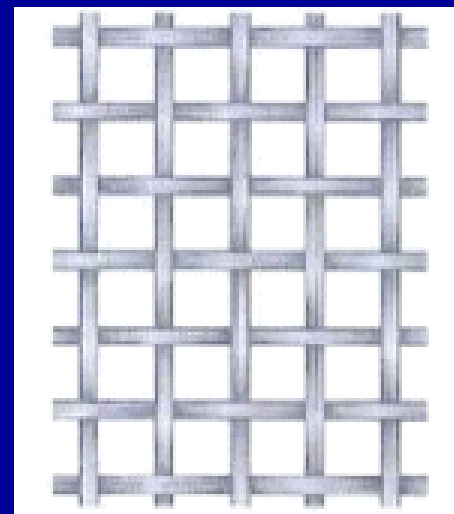
# プランクトンネットに使われる篩絹



**GG54**  
**315  $\mu\text{m}$**   
**¥6,900/m**

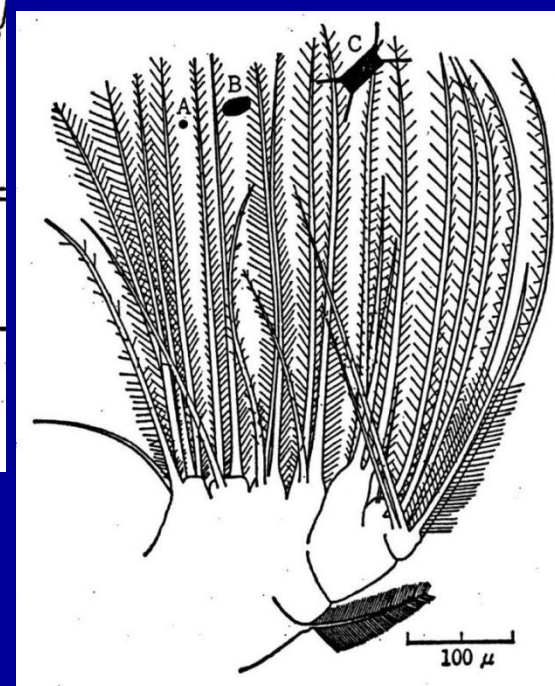
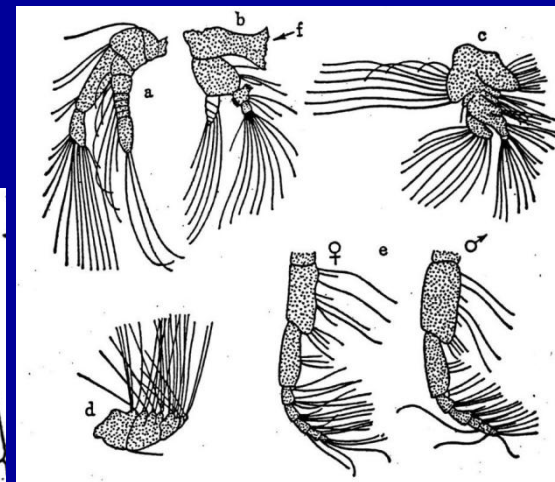
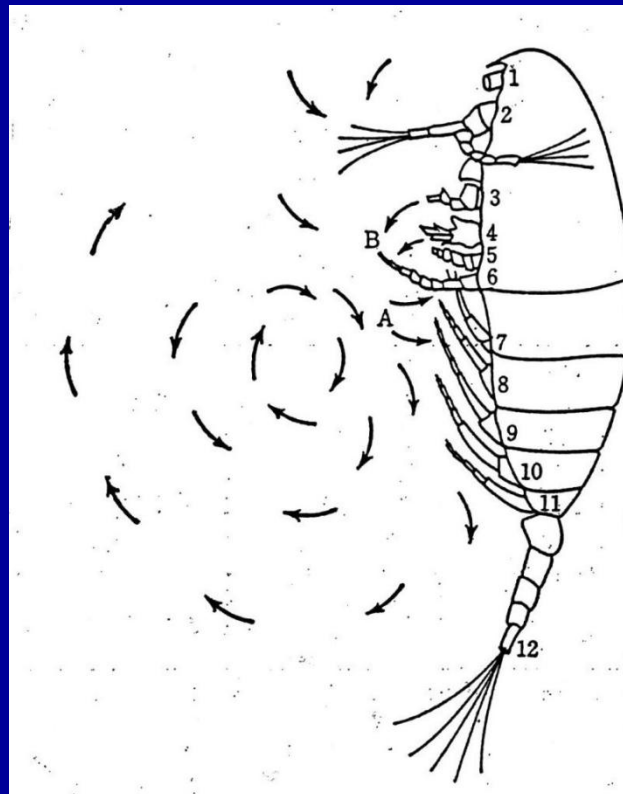
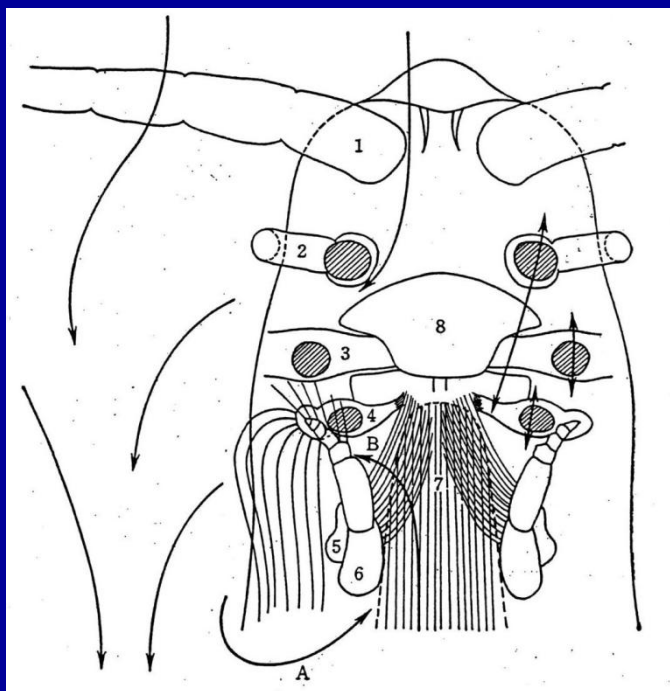
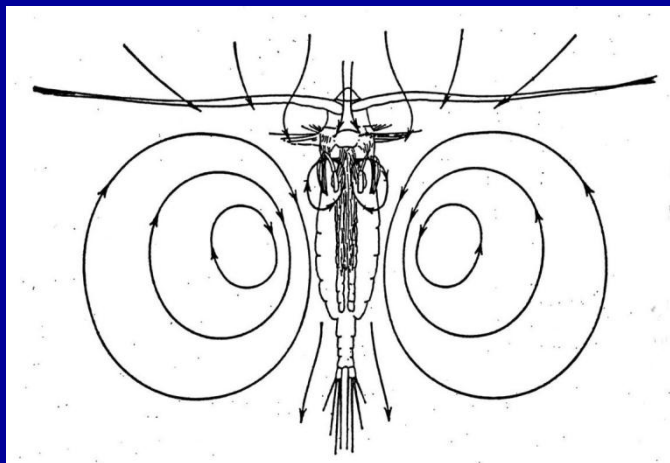


**XX13**  
**100  $\mu\text{m}$**   
**¥9,300/m**



**HC10**  
**10  $\mu\text{m}$**   
**¥23,100/m**

# カイアシ類 *Calanus* 属の濾過摂食器官



(谷口 旭, 1975)

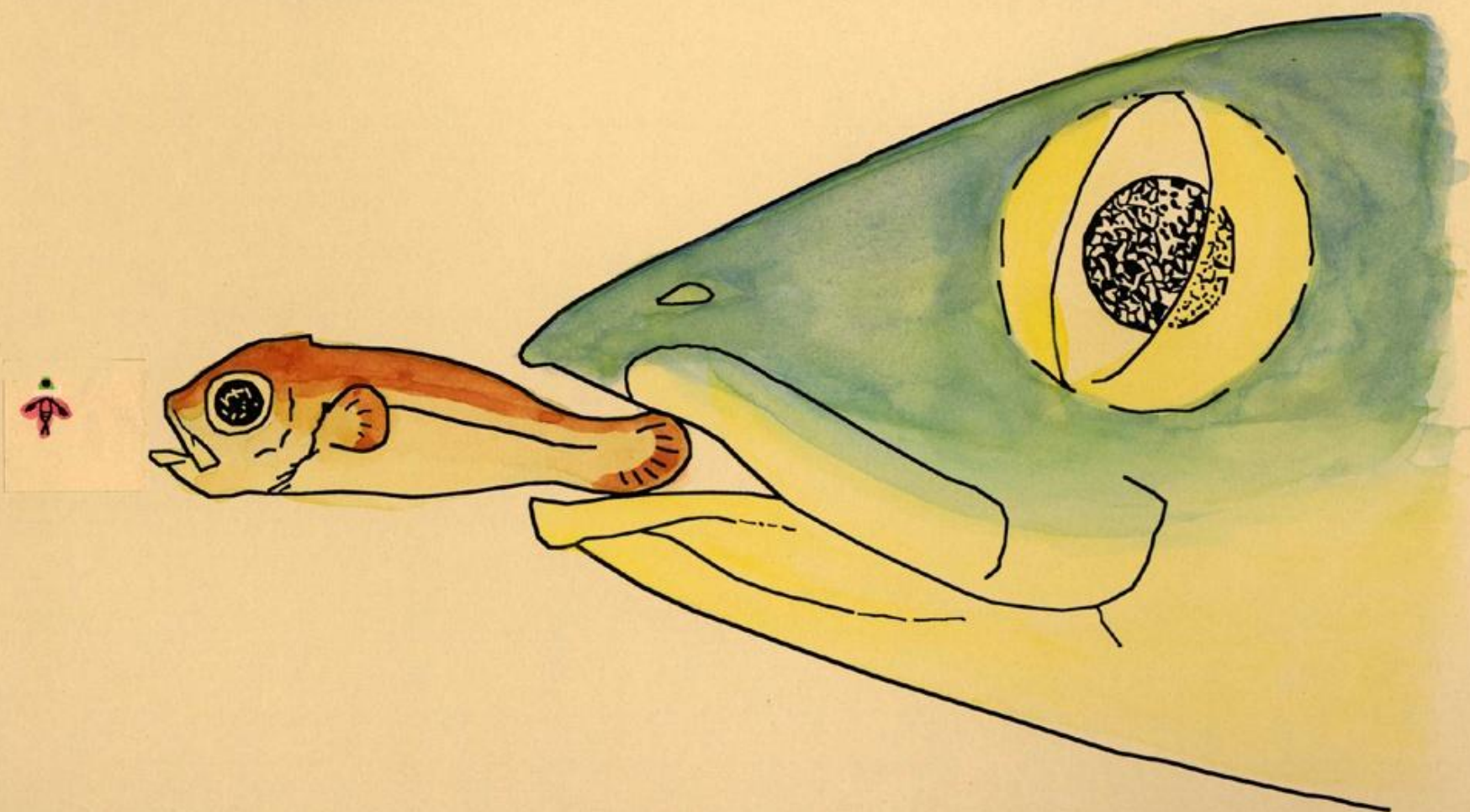


# 動物プランクトンが食物連鎖を構築する

- 食植性動物プランクトンは微細な植物プランクトンを濾過摂食して、自らは小型魚に捕食される。
- 海洋の食物連鎖は、有機物塊のサイズを順次大型化することで成立する。

「陸上生態系でも同じ」か？

# 海洋の食物連鎖



# 陸上と海洋の生態系の差異

(Nybakken, 1982)

## 陸上生態系の食物連鎖

肉食動物 ← 草食動物 ← 大型の植物

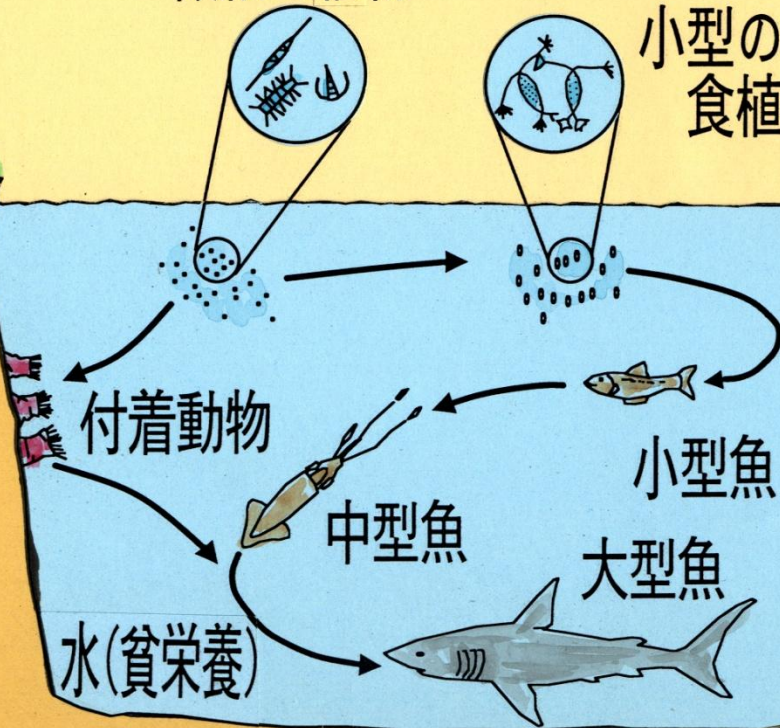


土壌(富栄養)

## 海洋生態系の食物連鎖

微細な植物

小型の食植者



水(貧栄養)

## 動物は栄養塩を再生する

- サイズ依存的な海洋食物連鎖は長く、その過程で大部分の有機物は無機化される。
- 一次生産量に対する高次生産量の比が低い(生態効率が低い)。
- が、その無機排泄物は再生栄養塩にほかならない。
- しかも小型短寿命なので、栄養塩物質を長期間独占することがない。
- 換言すれば、動物プランクトンや小型浮魚類は栄養塩再生を加速している。

## 表層海洋の生態系が必要とする動物

- 海洋の表層は本質的に貧栄養である。
- 貧栄養下で生産を安定に持続するには、栄養塩を繰り返し利用が必要である。
- 海洋生態系の sustainability の基盤は、栄養塩の再生機構にある。
- 栄養塩再生機能に優れた動物プランクトンや浮魚類は、表層海洋の一次生産ひいては表層生態系の持続性を保障している。
- ゆえに生態系はこれらの動物を必要としている。

## 小型浮魚類

- その一員である「小型浮魚類」とは、イワシ類、ニシン類、アジ・サバ類などである。
- 小型浮魚類は毎年大量に漁獲され、世界の総漁獲量の 1/3 を占めて「多獲性浮魚類」ともいわれる。
- 人工増養殖はされていず、漁獲物は完全なる自然資源であるが、資源水準の低下は見られていない。

## 小型浮魚類の生産は自然力

- すでにみたように、小型浮魚類は生態系が進化の過程で選択してきた鍵的生物群である。
- 生態系の申し子であり、その生産力はいわば「自然力」である。
- その生産物を毎年利用しても生態系は安定であり、したがって漁業は合理的な産業だといえる。
- 漁業は、原始的な「狩猟時代」に留まっていて良いのだ。

## 人工養殖は文明的か

- ひるがえって、栽培漁業は文明的な「農耕」に倣うものだが、果たして文明的だといえるだろうか。
- 魚類の養殖は、農耕牧畜に比べて高い栄養階層で営まれる。
- 魚で魚を育てること、餌料投入が海域を富栄養化していること、魚病薬が投入されていることなどを考慮すると、生簀養殖が文明的だとは思われない。



## 農業は集約化を、水産業は粗放性を

- 海藻を餌料とする栽培漁業、自然プランクトンを利用する稚魚の放流などは、自然生態系に受容されやすい。
- 自然力たる浮魚類生産を利用するのは合理的だということは、すでにわかっている。
- 地球システムとの共生が人類生存の鍵だといわれる今日、むしろ漁業や粗放的な種苗放流のほうが文明的だといえよう。

当分、漁業がなくなる心配はない。  
安心して海産物を楽しもう。



ごちそうさまでした！

## 本講演に関連する論文等

谷口 旭 1996. 海洋環境と漁業資源の更新性 — 人類の将来に貢献する資源生態学の可能性. *農林水産技術研究ジャーナル*, 19(2): 22-27.

Taniguchi, A. 1999. Differences in the structure of the lower trophic levels of pelagic ecosystems in the eastern and western subarctic Pacific. *Prog. Oceanogr.*, 43: 285-319.

Taniguchi, A. 2004. Biological Oceanography: the present revisits the past. In *Ocean Sciences Bridging the Millennia, A spectrum of historical accounts*, Proceedings of ICHO VI, Qingdao, China, 1998, eds S. Marcos et al., pp. 35-43, UNESCO, Paris, and China Ocean Press, Beijing.

谷口 旭 2009. 海の環境と生態系の総観, pp. 171-184. 塚本勝巳(編) “海と生命—「海の世界観」を求めて” 東京大学海洋研究所、海洋生命系のダイナミクス⑤, 東海大学出版会, 東京.