

# はじめて学ぶ海洋学：第D3回

## —海水の化学組成—

# 海水の塩辛さの原因は河川

教科書対応箇所 「第2.4章 海水が塩辛いのは、潮吹き白ではない」  
p. 55 ~ p.64



# そこで、利酒ならぬ利き塩

- 皆さんは、どれがお好みですか？



1 k g  
200円  
(瀬戸内  
海産：天  
然海水)

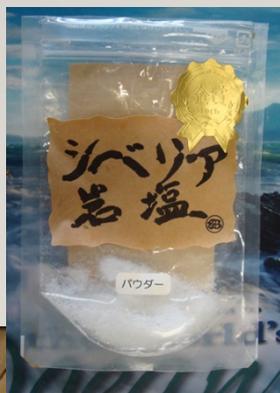


200 g  
500円  
(鹿児島  
県奄美産：  
天然海水)



海洋深層水  
プライスレス

(原料：東シナ海  
水深1000mの深層  
水)



150 g  
294円  
(ロシア産  
岩塩：2億  
年前)



200 g  
500円  
(東京都  
小笠原父  
島産：天然  
海水)



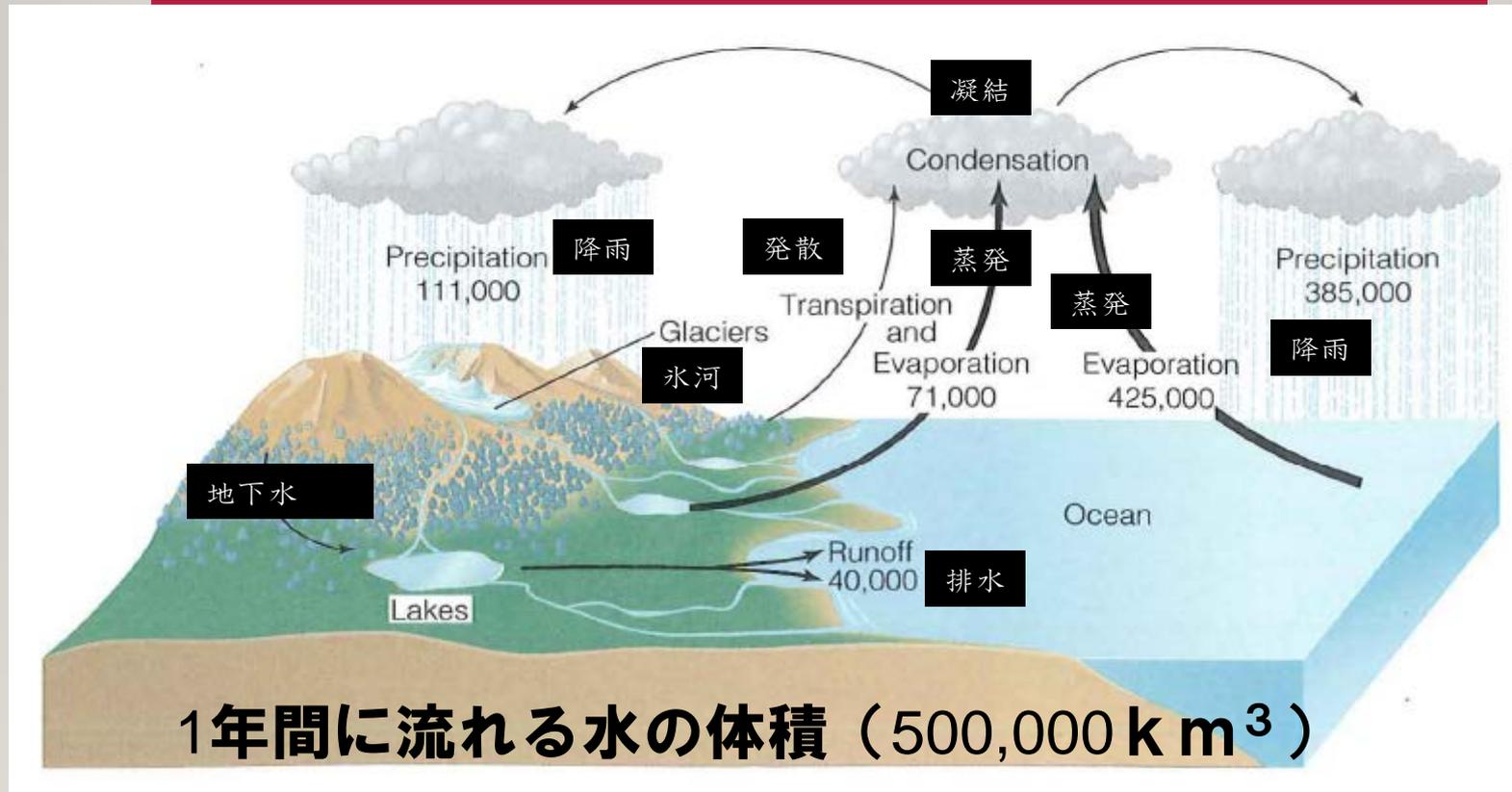
# 本日の内容（海水の基本性質）

---

- 地表における水の循環（氷期には3.5%が陸上に）
- 水の物性（極性分子は、素晴らしい溶媒）
- 海水はどのようにして塩辛いのか
- 海水中の塩分を調べる
- 海洋深層水とは
- 塩分を決める要因（平面分布・鉛直分布）



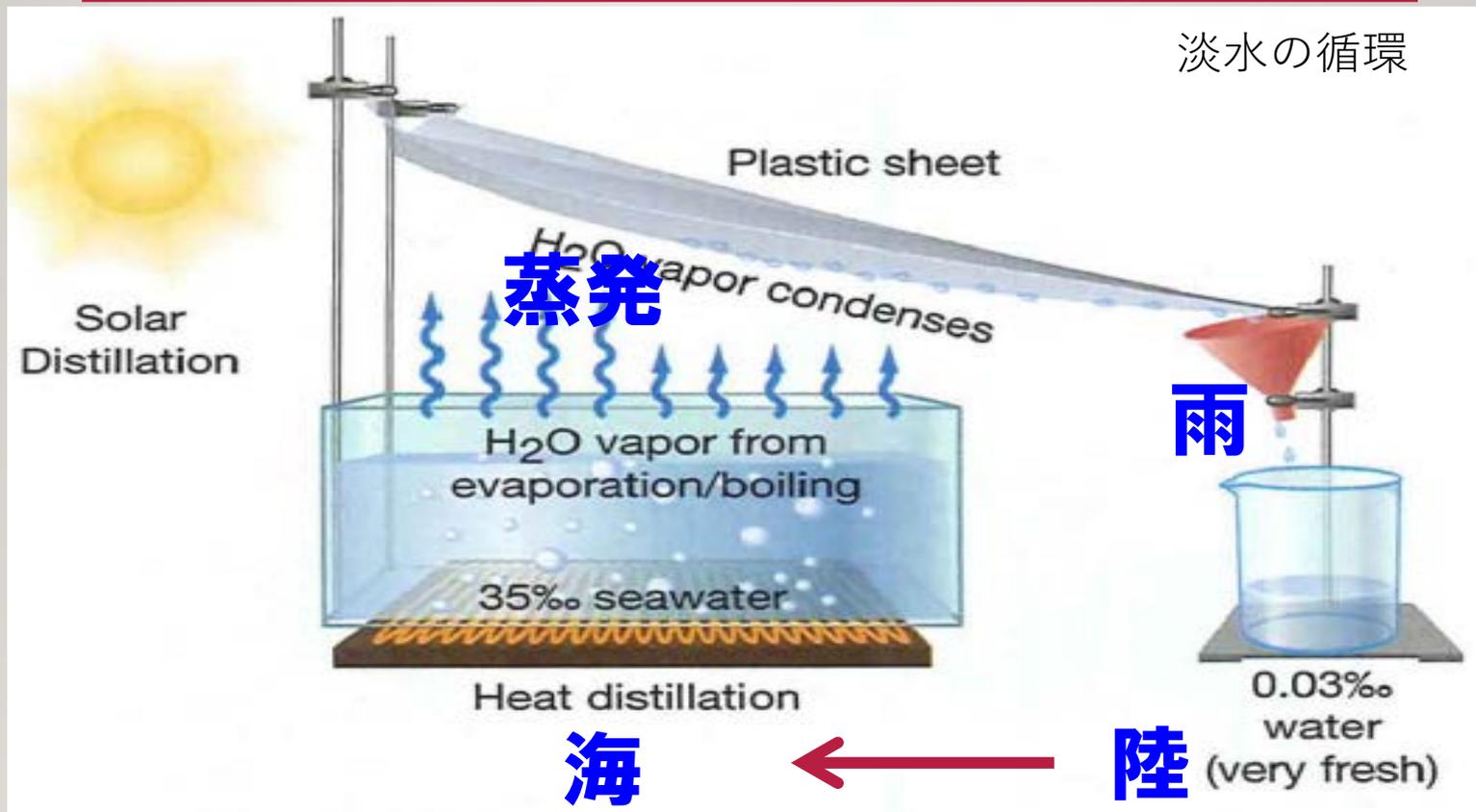
# 海水起源でも淡水起源でも、雨は塩辛くない。 でも、河川が海を塩辛くする



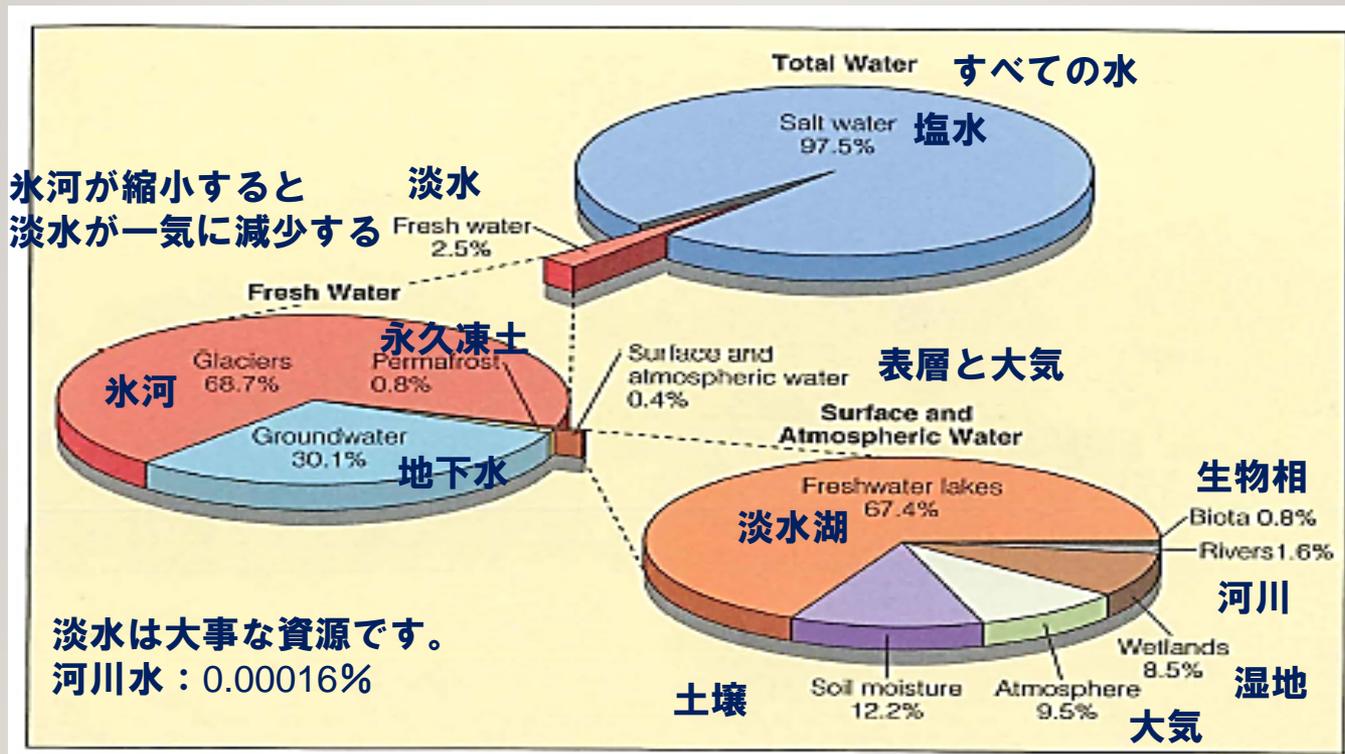
氷期には、 $50000 \times 10^{15}$  kg → 氷河  
海面 → 100m 低下 (全海水の3.5%)



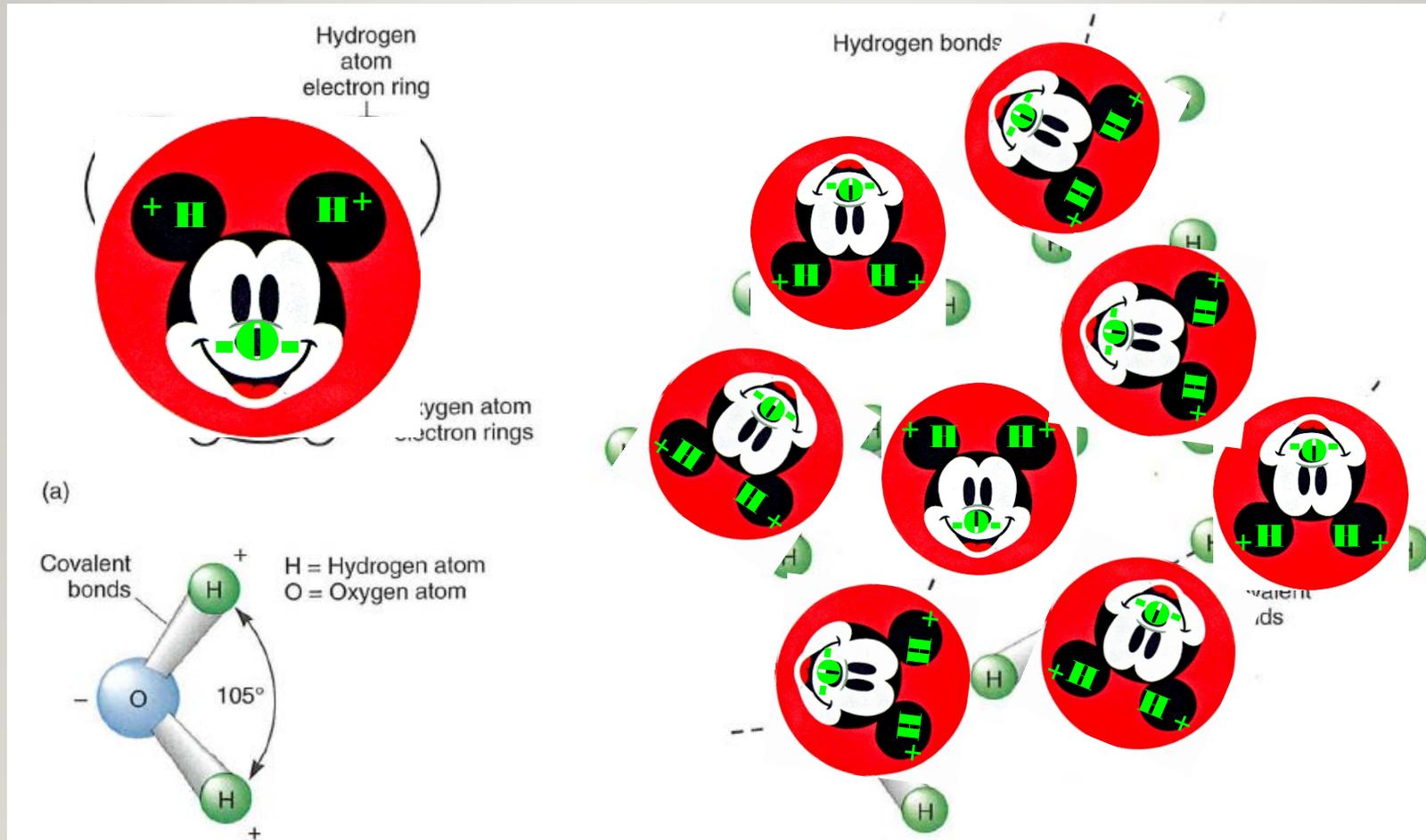
雨が塩辛くないのは、蒸留作用だから。  
それでも、河川が海を塩辛くする。



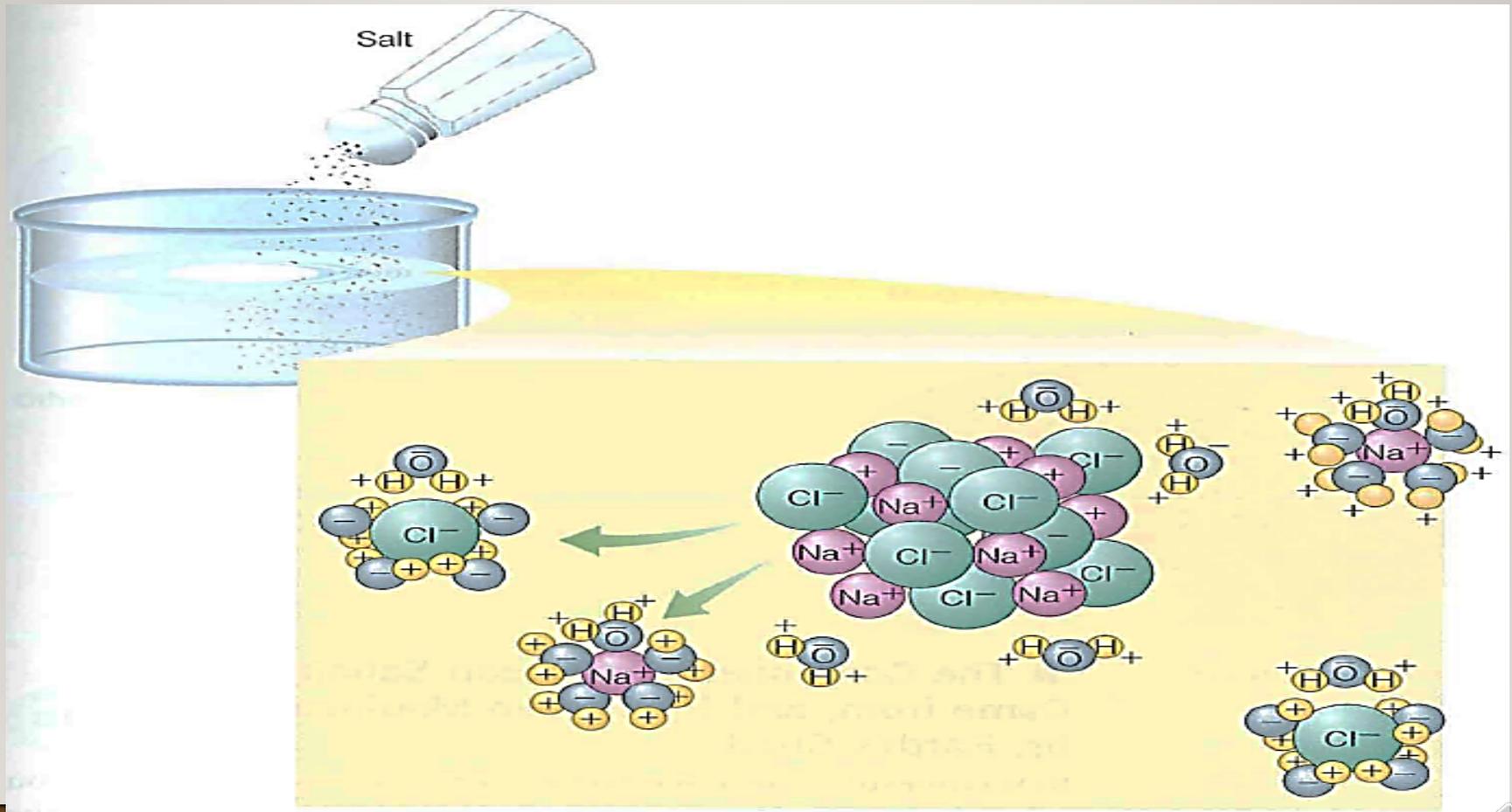
# 地球上の水は、ほとんどが塩水



# 水素結合もたらす水分子が塩辛さの原因



水溶液中に元素が溶けているとは？

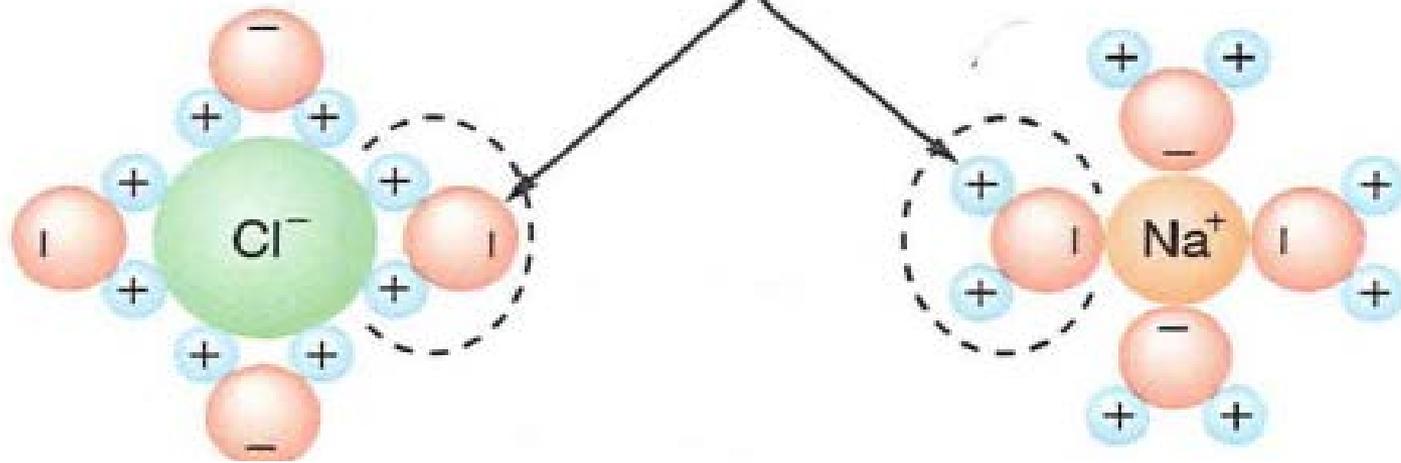


溶けた状態（水和）：水分子が、イオンを取り囲んでしまう状態

# 水和

## 水分子

molecules

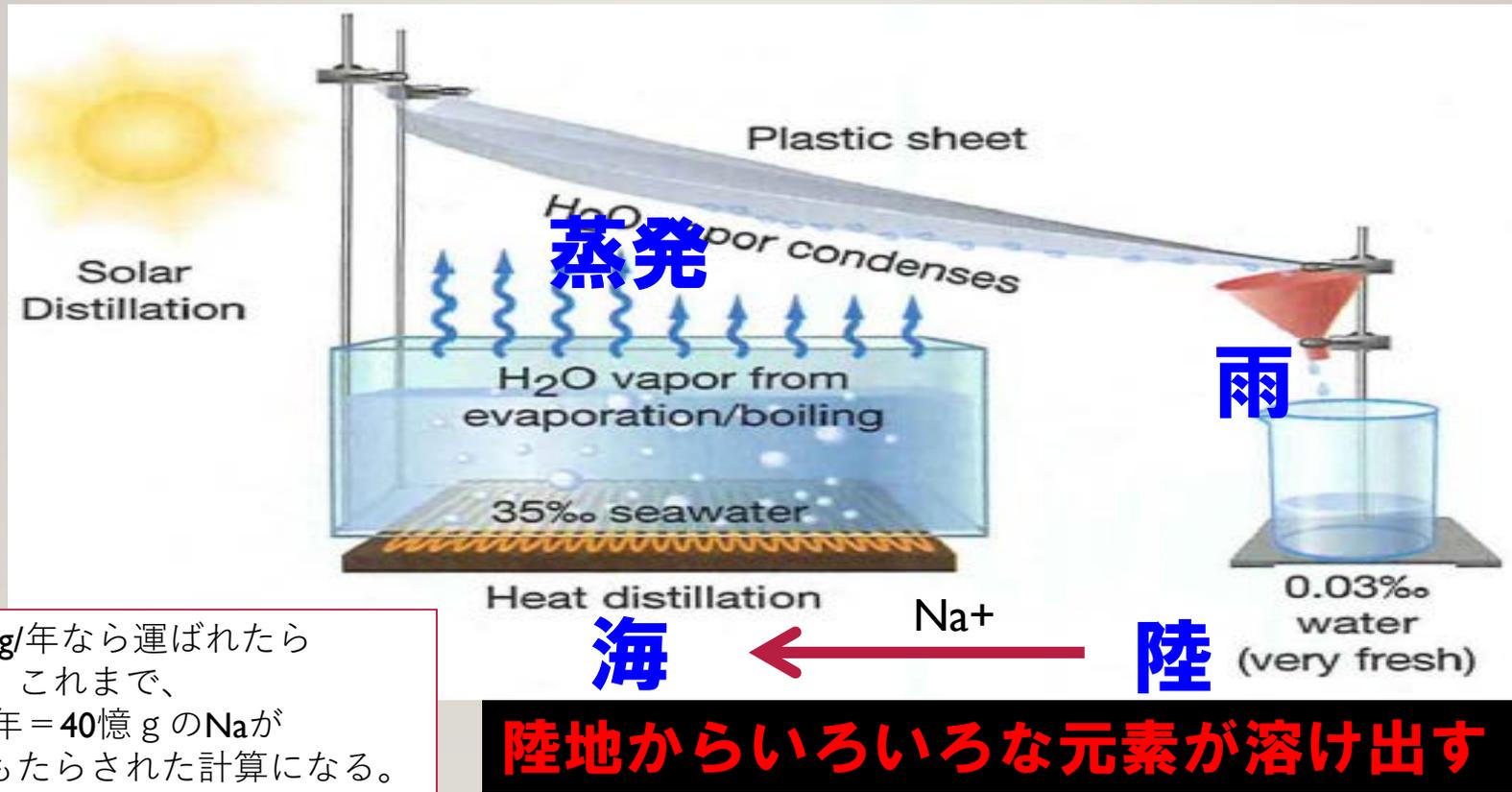


陰イオン

陽イオン



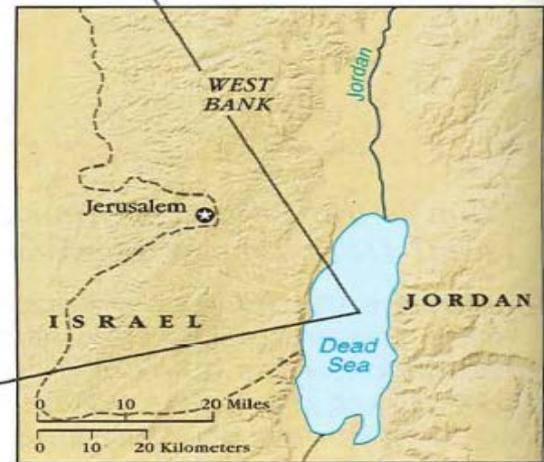
陸上の物質と淡水が反応して、元素が川に溶け出す。



もし、1g/年なら運ばれたら海には、これまで、1X40億年=40憶gのNaが陸からもたらされた計算になる。



塩分の高い死海では、亜熱帯高圧帯直下の淡水湖が蒸発過多で形成される。



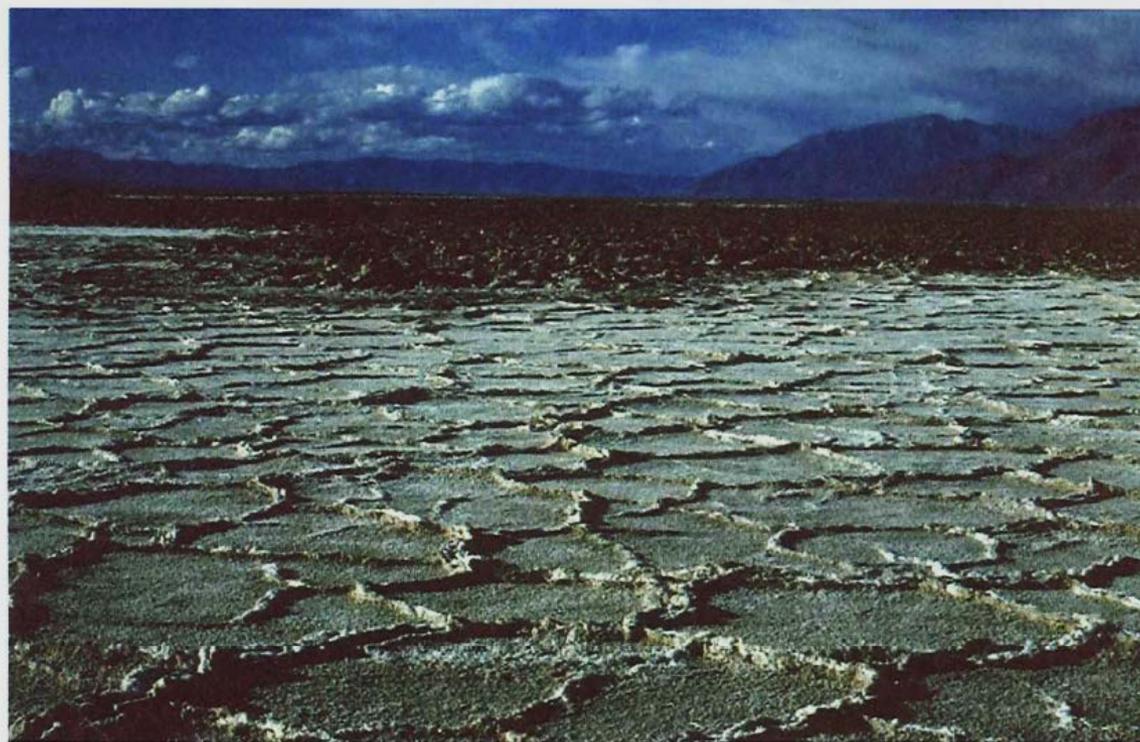
浮かびながら本が読めてしまう。

塩分は、海洋（約3.5%）の10倍近い約30%に達する



# 干上がってしまった内陸の湖

---

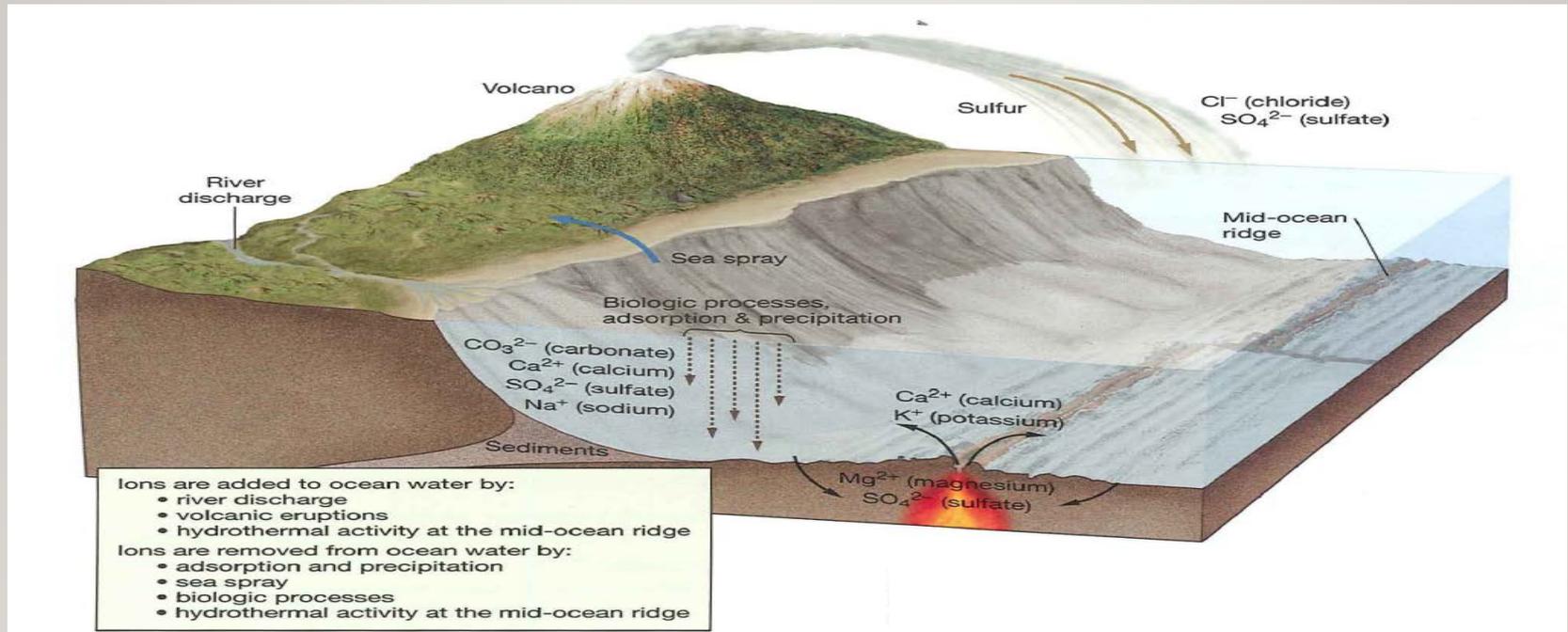


**溶けていた少量の塩が析出する。**

Death Valley, California



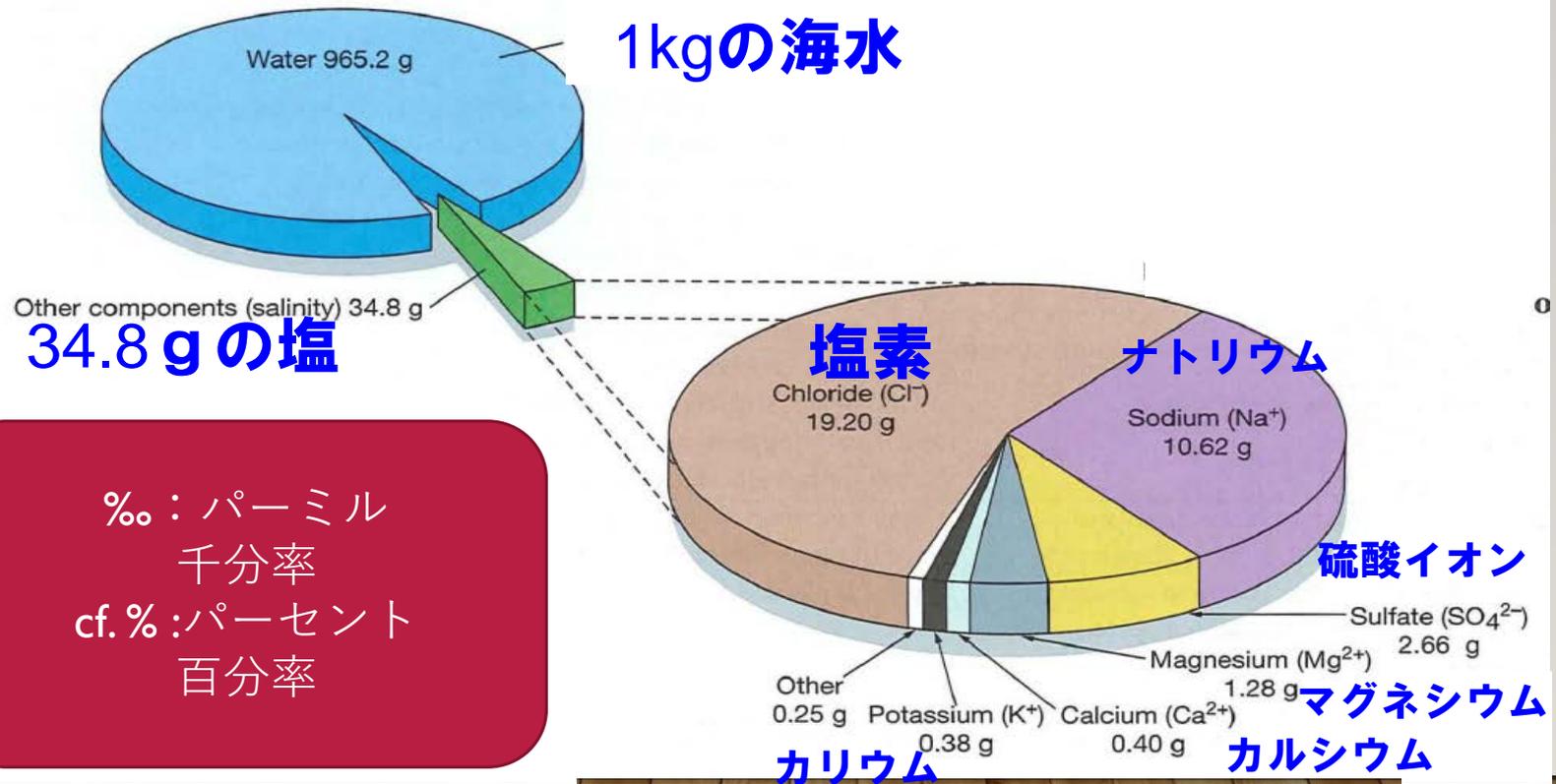
そもそも、塩辛さはナトリウムイオンの存在度による味覚。ナトリウムイオンがどこから海に溜まったかを考える。



海洋が誕生した約40億年前から、様々な部分から溶け出した元素が海に供給され続けている。



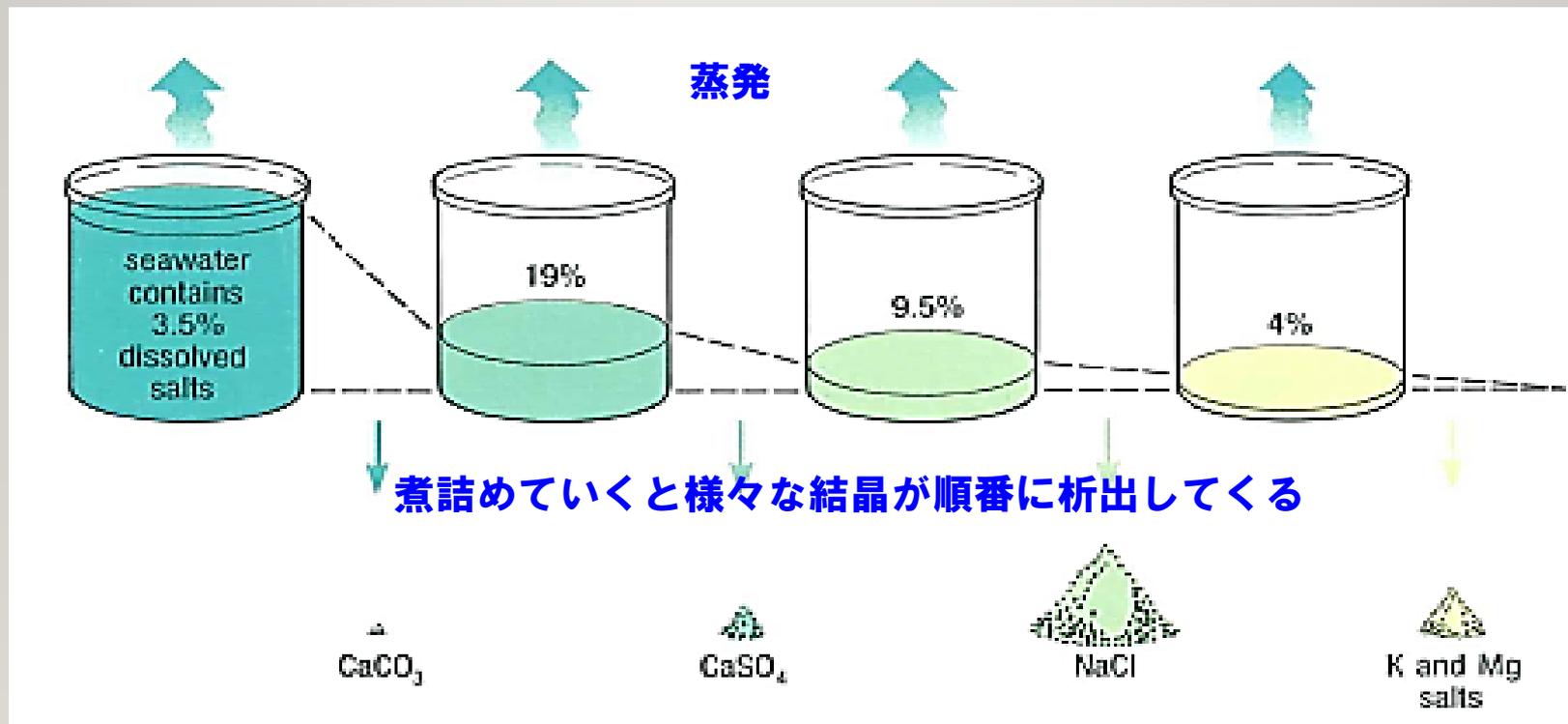
塩分→溶質：溶媒（H<sub>2</sub>O）で変化する。  
海水の化学組成：イオンの相対存在比は比較的安定



‰：パーミル  
千分率  
cf. %：パーセント  
百分率



塩辛い = 食卓塩（精製塩） → の作り方  
食卓塩 ≠ 海水の塩分 → 海水魚は飼えない。



精製塩      にがり成分



# 世界の塩分\*の分布

---

- 世界中の海の塩分は、均質なのだろうか？

塩分の水平分布は？

塩分の垂直分布は？

\* 【注】 “塩分”と“塩分濃度”

“塩分”が正しいと言う人 ？

“塩分濃度”が正しいと言う人 ？



# 海上における塩分測定 of 歴史

---

塩分：海水 1 kg 中に含まれる固形物の g 数を示す。

1. 煮詰めて重さを計る
2. 硝酸銀を用いた滴定（欠点：原子量が変化する）
3. 電気伝導度から換算（欠点：溶存元素による差が生じる）

$$\text{塩分 (salinity)} = \text{Cl} * 1.805$$

$$\text{塩分} = -0.08996 + 28.29720R + 12.80832R^2 - 10.67896R^3 \\ + 5.98624R^4 - 1.32311R^5$$

R: 15°C、1気圧における塩分35パーミルの  
標準海水に対する試料海水の比伝導度

4. 実用塩分 (psu: practical salinity unit) を定義し、改訂した。

$$\text{塩分} = 0.0080 - 0.1692k^{1/2} + 25.3851k + 14.0941k^{2/3} \\ - 7.0261k^2 + 2.7081k^{5/2}$$

水温 15°C、1気圧において、1kg 中の水に塩化カリウムを  
32.4356 g とかしたときの電気伝導度と海水の電気伝導度  
との比 (k : 無次元数) を表す。



# 実は、海洋深層水は、塩分測定時に採集

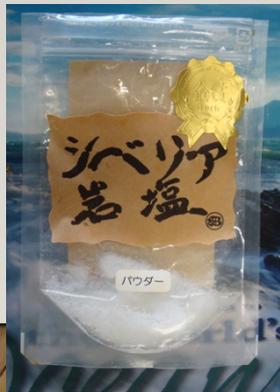
- 皆さんは、どれがお好みですか？



1 k g  
200円  
(瀬戸内  
海産：天  
然海水)



200 g  
500円  
(鹿児島  
県奄美産：  
天然海水)



150 g  
294円  
(ロシア産  
岩塩：2億  
年前)



200 g  
500円  
(東京都  
小笠原父  
島産：天然  
海水)



海洋深層水  
プライスレス

(原料：東シナ海  
水深1000mの深層  
水)



理学部（+A）の学生を対象  
とした海洋特別実習（毎年11月）の記憶



鹿児島水産学部所属実習船「かごしま丸1284トン」



# 太平洋の物理・化学的特徴を調べよう

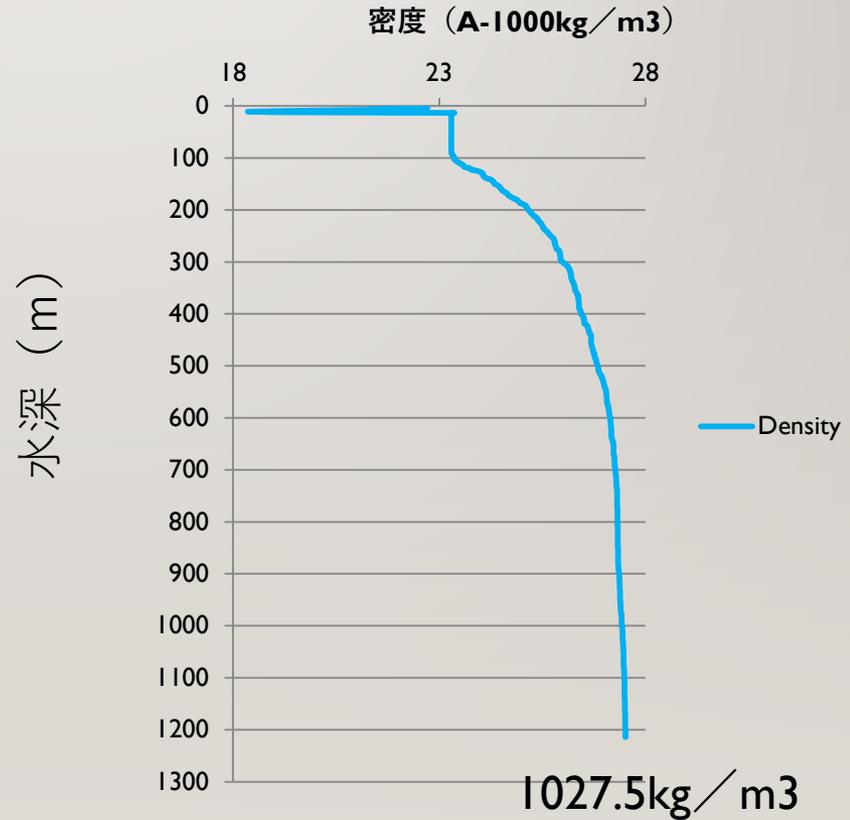
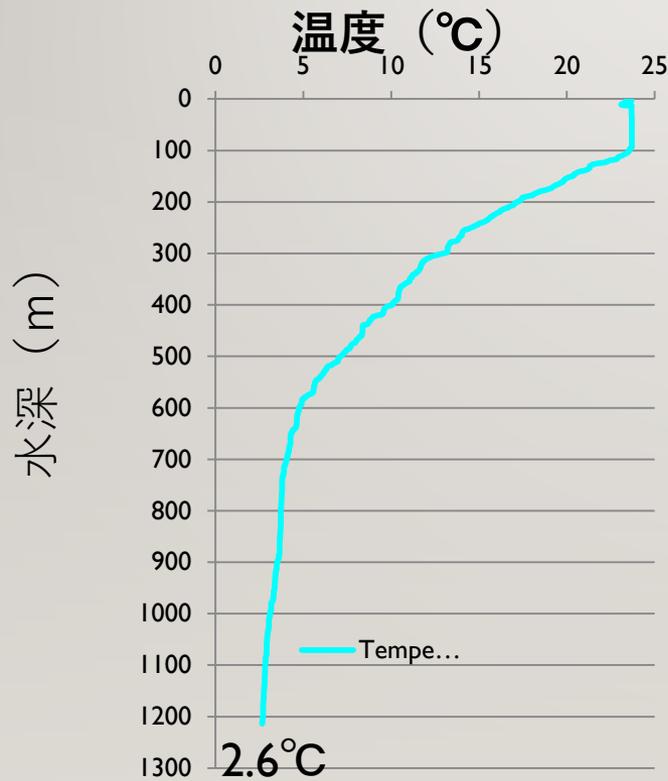


フィールド  
ワークは楽し  
く：CTDとイ  
ベント

観測器材とともに深海（1200m）を体験するカキ氷の容  
器・キュウリ・白菜

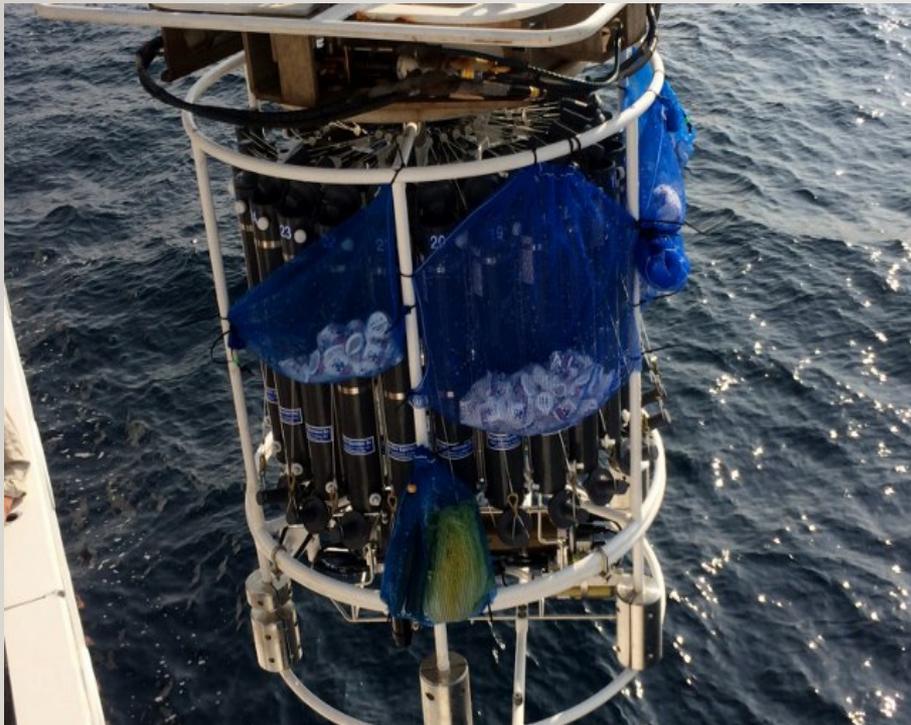


# 屋久島沖の太平洋における、水深方向における海水の物性変化



# 深海漬けキュウリのお味は？

---



1200mで小さくなったカップと深海漬け白菜そしてリアル深層水のお土産



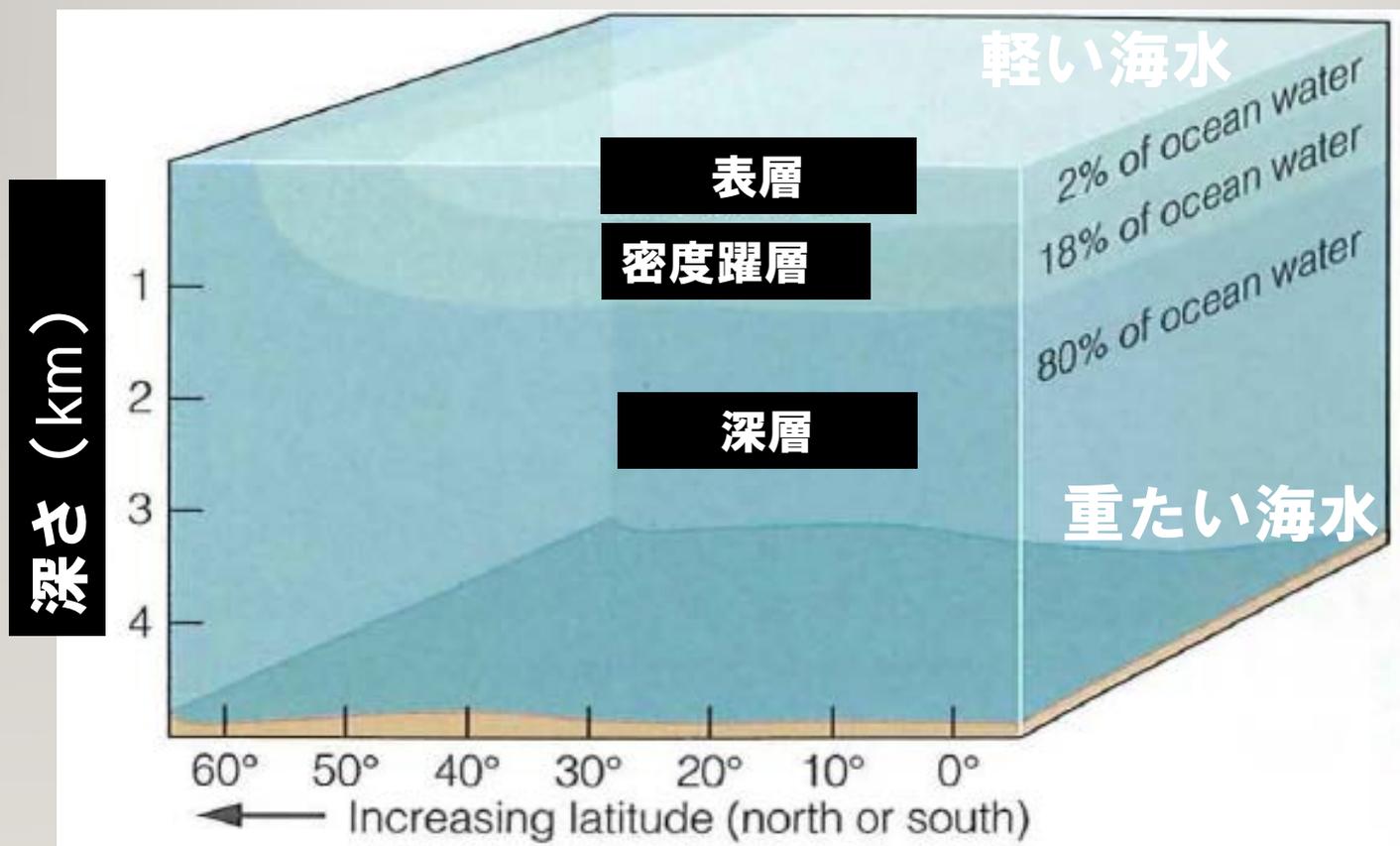
本当の海洋深層水を煮詰めて、  
塩を作りました。



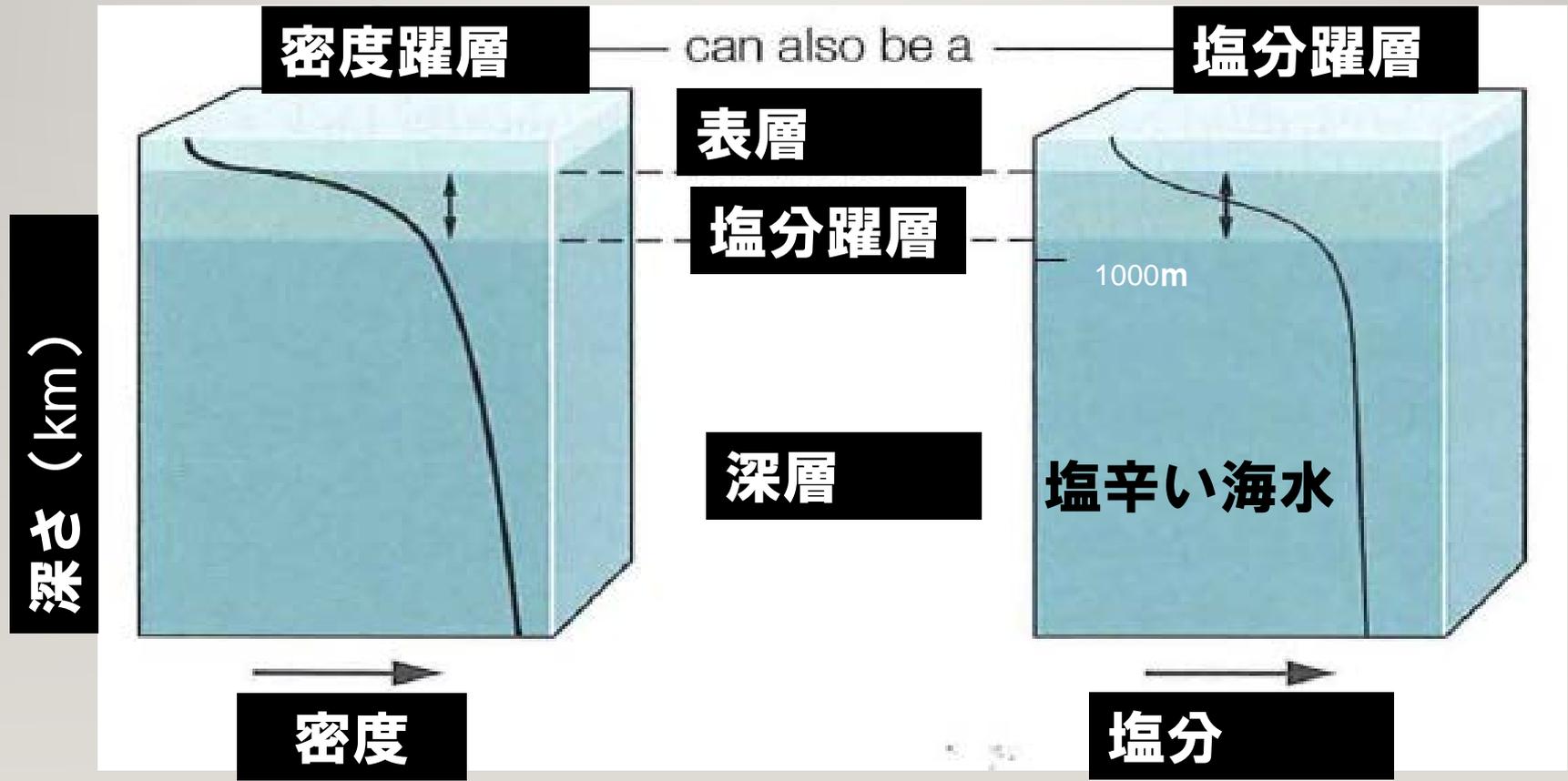
**冷凍して持ち帰った深層水を  
3日間かけて水分を蒸発させた後、  
160℃の電気炉にいれ、6時  
間加熱殺菌した自家製塩。**



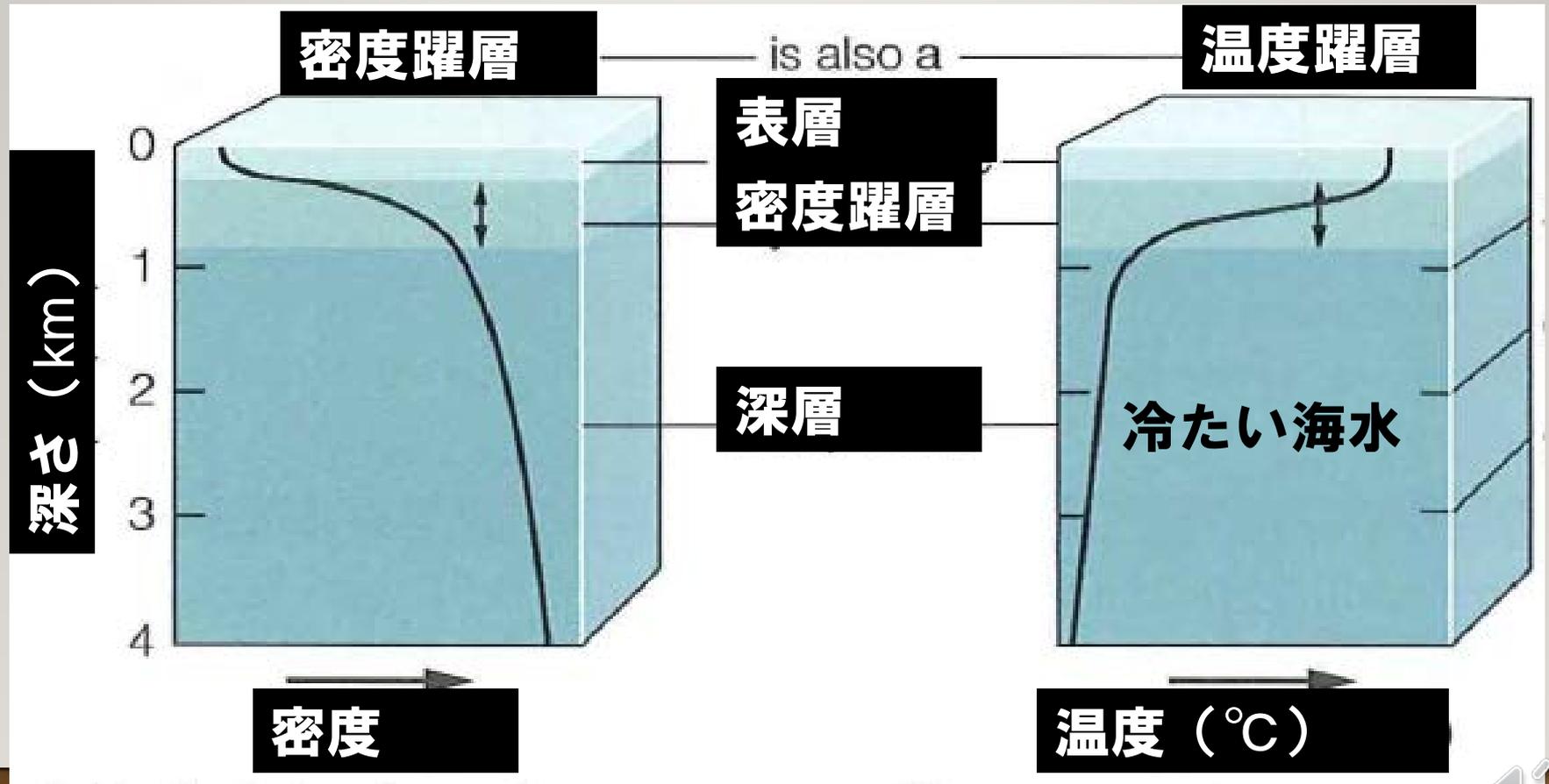
# 海水は密度成層した3層構造



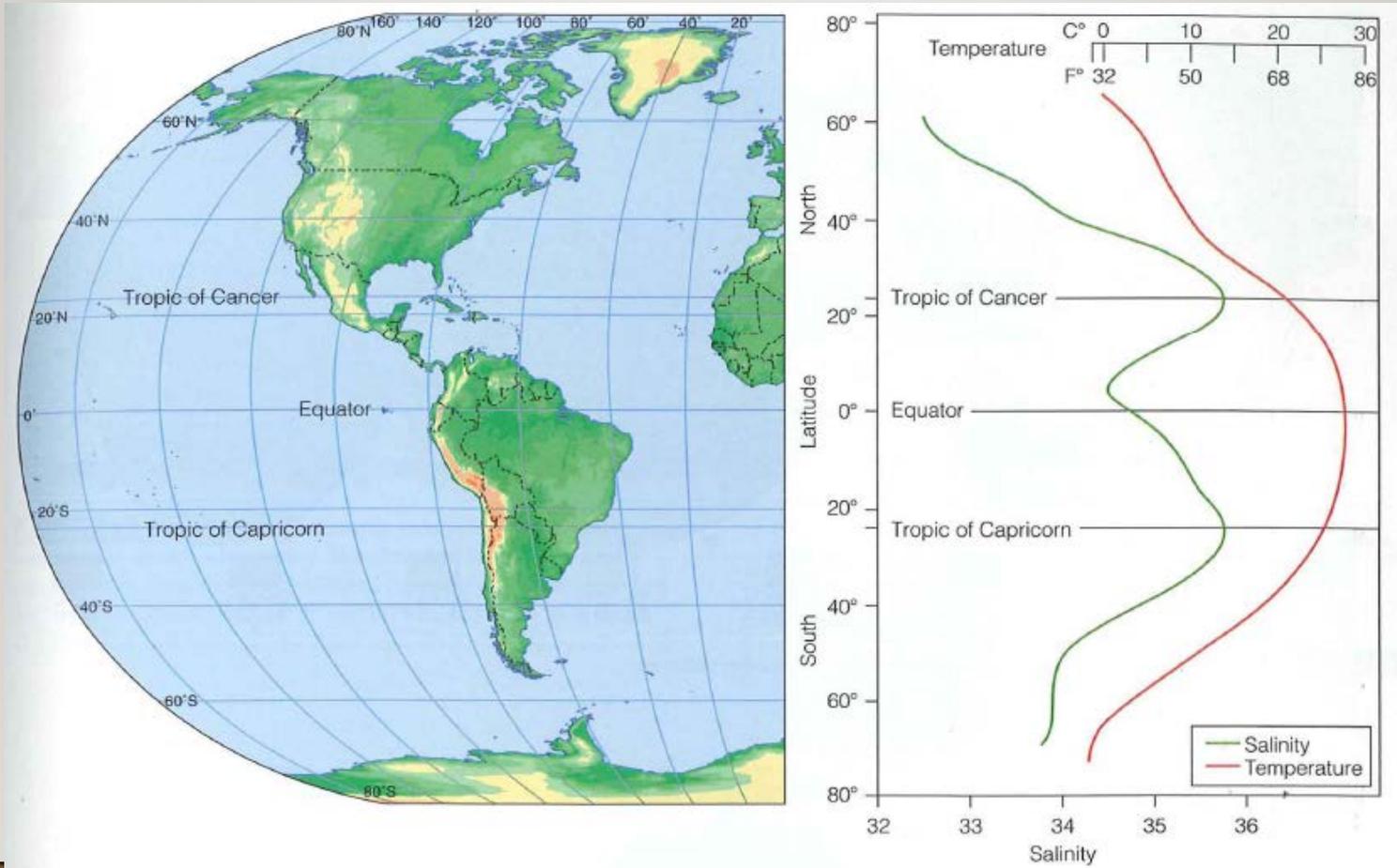
深層水は、塩辛くて重たい海水



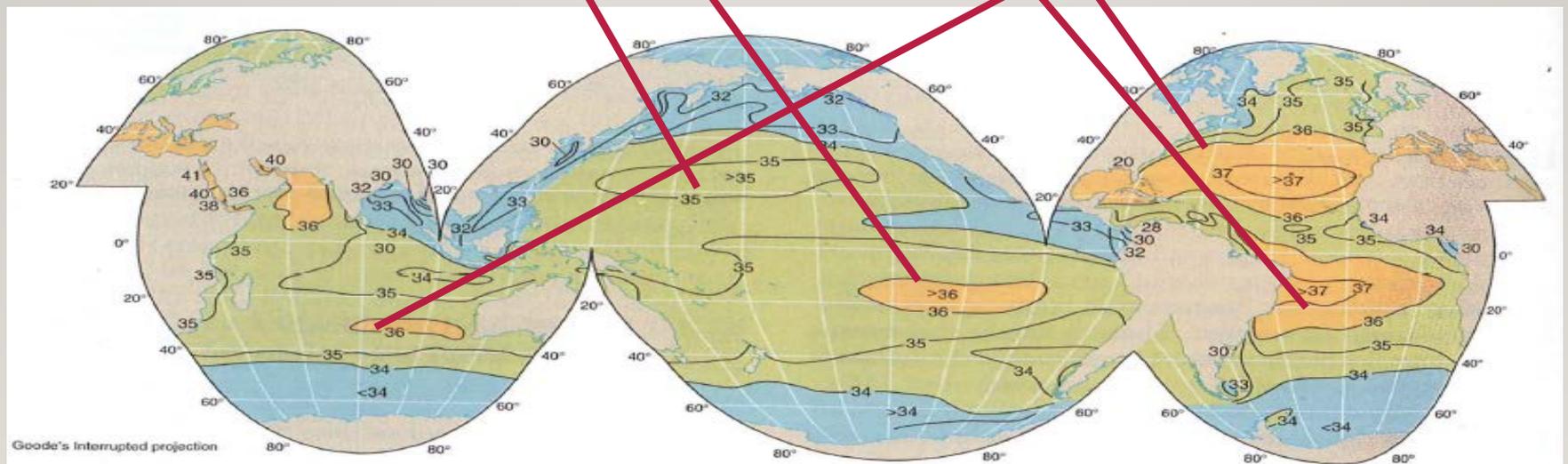
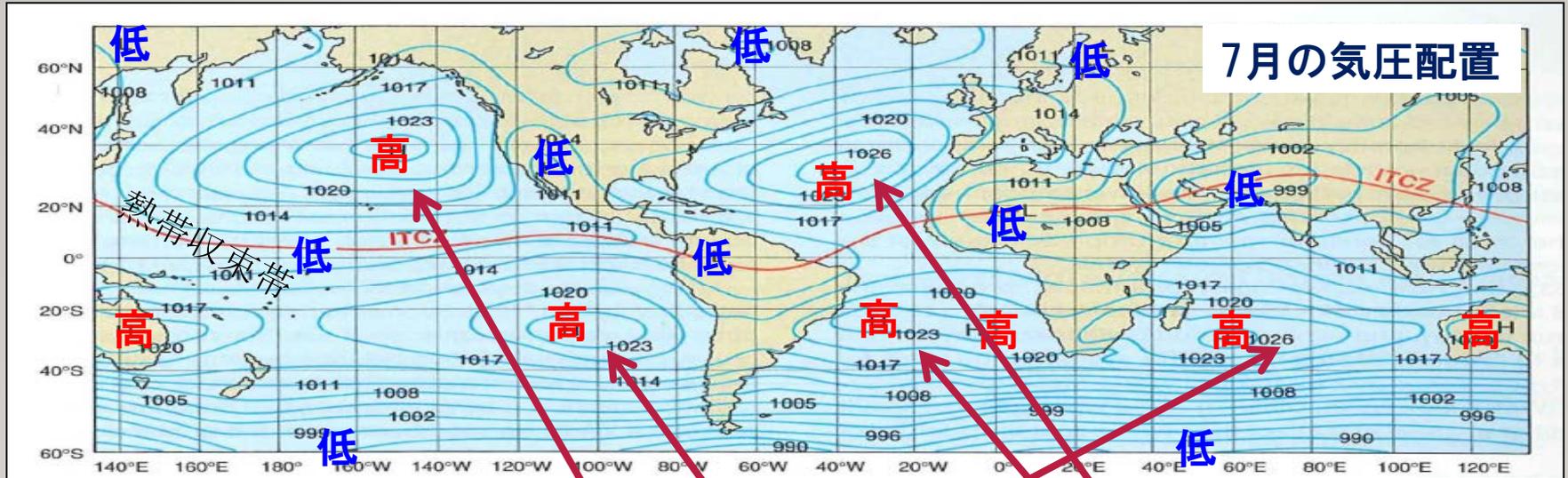
深層水は、冷たくて重たい海水



# 海洋表層における塩分 (SALINITY)



# 亜熱帯高圧帯と高塩分海域の対応



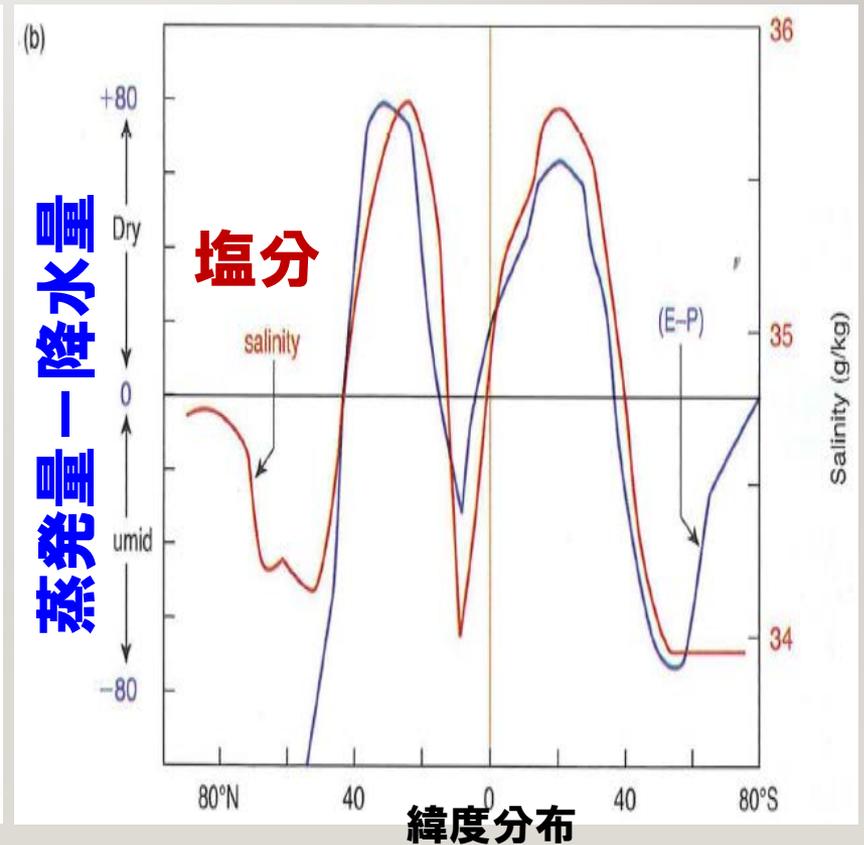
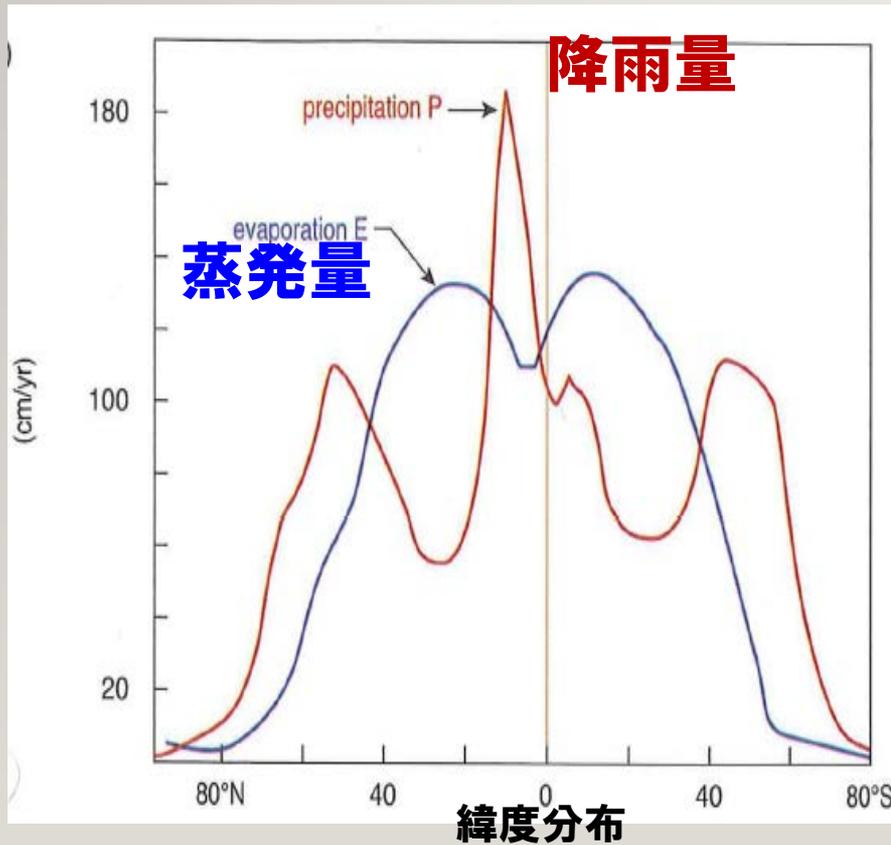
塩分 <math>< 34\%</math>

塩分 <math>34-35\%</math>

塩分 <math>> 35\%</math>



海洋表層水の塩分は雨が支配する。



# 海洋表層部の塩分

---

- 大気循環が、海洋表層部における塩分を決める！

地球環境は、相互の微妙なバランスの上に成り立っているため、正確な環境評価は様々な事象を総合的に判断する必要がある。



# 利き塩の対応関係

- 皆さんは、どれがお好みですか？



1 k g  
200円  
(瀬戸内  
海産：天  
然海水)



200 g  
500円  
(鹿児島  
県奄美産：  
天然海水)



海洋深層水  
プライスレス

(原料：東シナ海  
水深1000mの深層  
水)



150 g  
294円  
(ロシア産  
岩塩：2億  
年前)



200 g  
500円  
(東京都  
小笠原父  
島産：天然  
海水)

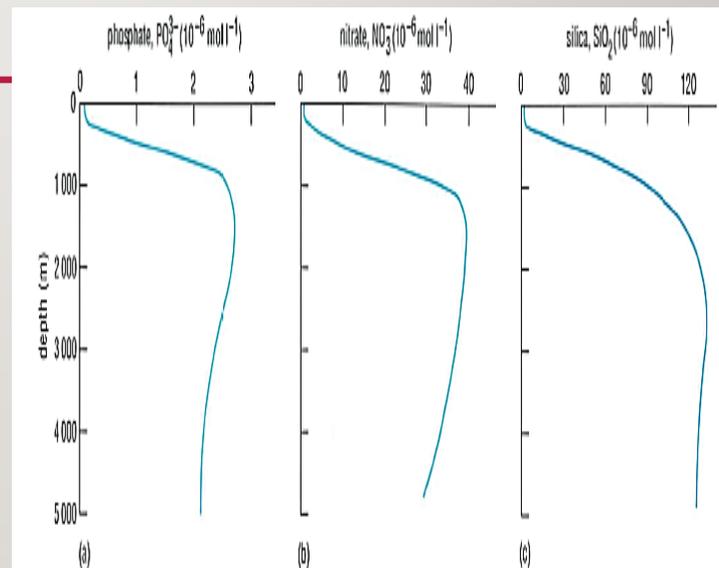


# “海洋深層水”という商品にだまされるな！

Water in the Earth's oceans differs in temperature and salinity. Warm, relatively non-salty water is found at the surface, and very cold salty water is found deeper below the surface layer. **Deep Ocean Water (DOW)** is the name for this cold, salty water.

It makes up about 90% of the volume of the oceans.

Deep ocean water has a temperature of 3 degrees Celsius, and a salinity of about 3.5%. “Wikipedia より”

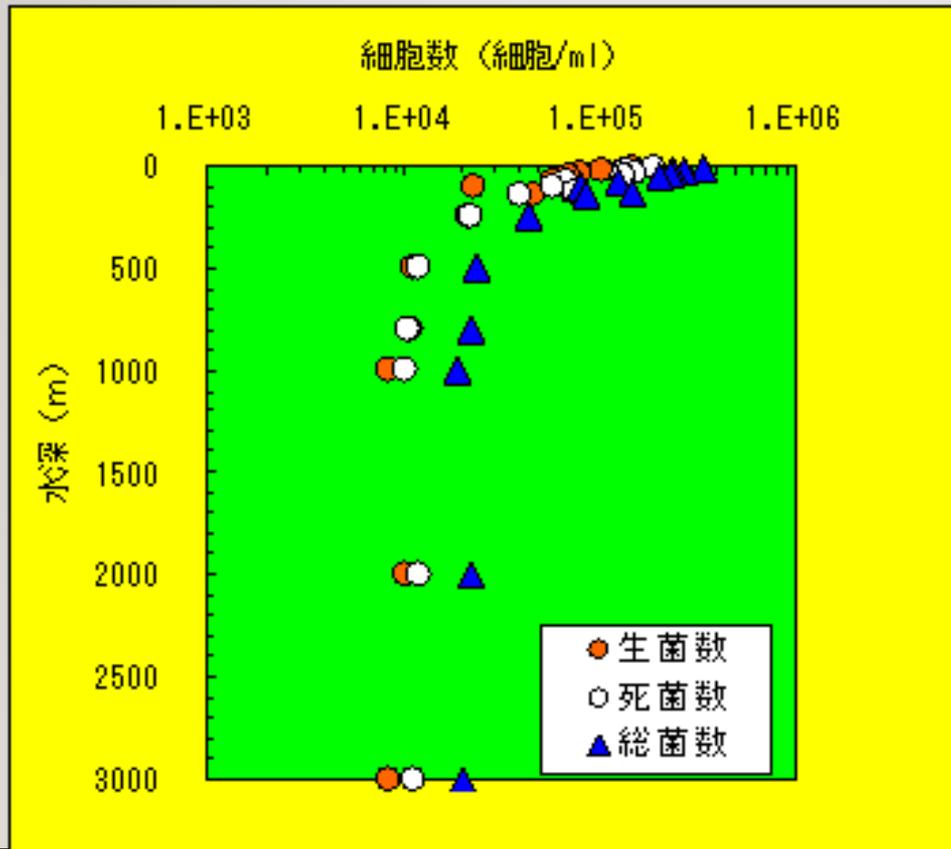


海洋深層水 (かいようしんそうすい、deep ocean water: DOW, deep sea water) または単に深層水とは、水深が200メートル以下の深海に分布する、表層とは違った物理的・化学的特徴を持つ海水のことである。よって、海水の90%以上は海洋深層水にあたると言える。これは産業利用上の定義であり、海洋学上の定義とは異なる。 “ウィキペディア より”

→ 真の深層水は販売されていない？



# 海水深度とバクテリア数



- 紀伊半島沖の水深 **3,000m**の海域において海水を採取して、その中のバクテリア細胞数を、生・死菌別に染色して計数した例
- (出典: )



# 深層水と表層水

---

- 表層の海水： 軽くて、暖かくて、あまり塩辛くなく、変化に富む  
→なぜ？
- 深層の海水： 重たくて、冷たくて、塩辛く、変化に乏しい  
(成因⇒第6回にて解説)

