

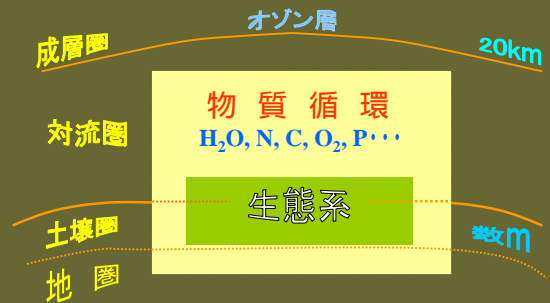
## 地球規模の物質循環



菊沢正裕 kikusawa@fpu.ac.jp FEPS 身近な環境セミナー (04/04/25)

1

## 大気・土壌系の物質循環



菊沢正裕 kikusawa@fpu.ac.jp FEPS 身近な環境セミナー (04/04/25)

2

すべてを洗い流して  
くれる水

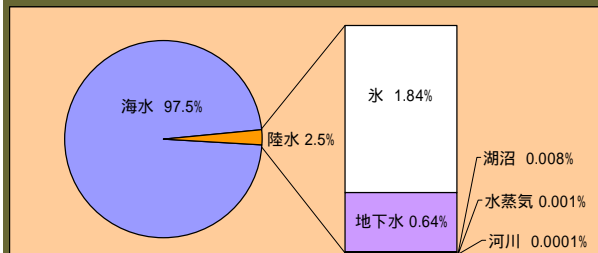
## 水の循環



菊沢正裕 kikusawa@fpu.ac.jp FEPS 身近な環境セミナー (04/04/25)

3

## 地球上の水の割合



菊沢正裕 kikusawa@fpu.ac.jp FEPS 身近な環境セミナー (04/04/25)

4

## 地球上の水の量

- 全量  $1.4 \times 10^{18}$  トン ➡ 地球表面器2700m
- 海水 1,365,000兆トッ
- 氷 26,000兆トッ
- 地下水 9,000兆トッ
- 湖沼 112兆トッ
- 水蒸気 13兆トッ
- 河川水 1.4兆トッ

菊沢正裕 kikusawa@fpu.ac.jp FEPS 身近な環境セミナー (04/04/25)

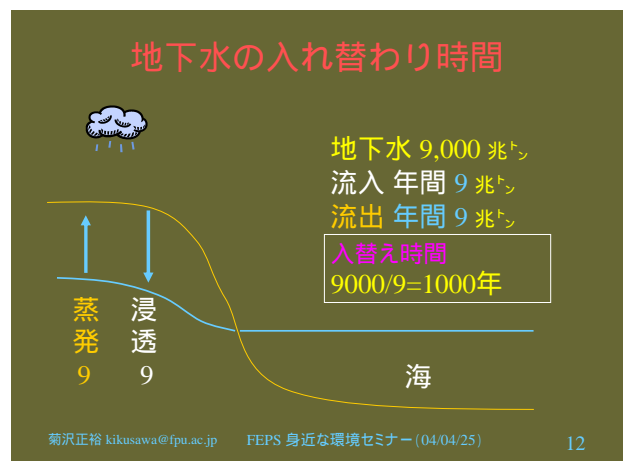
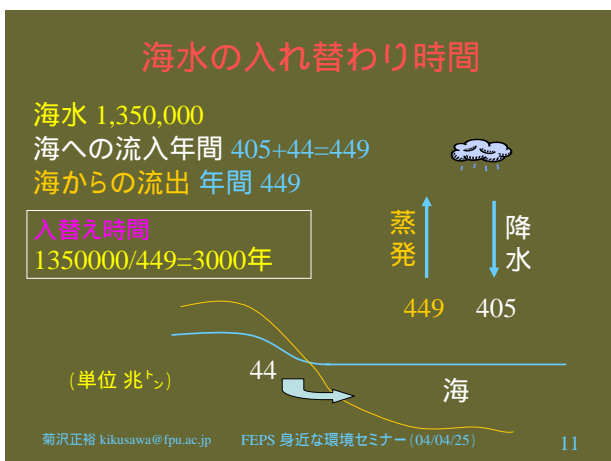
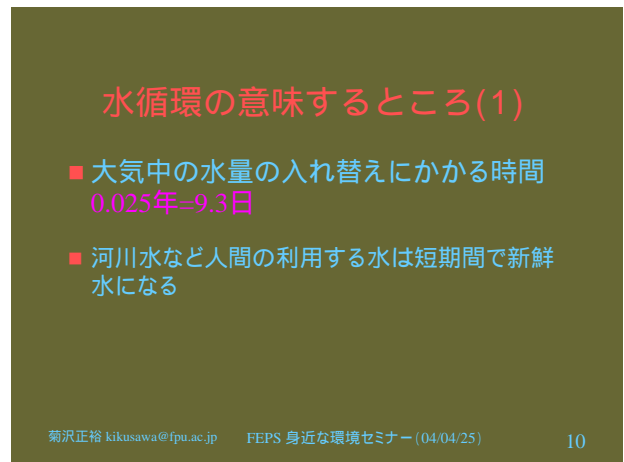
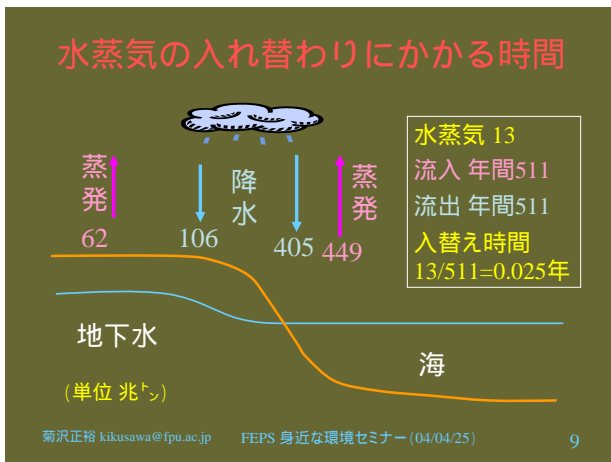
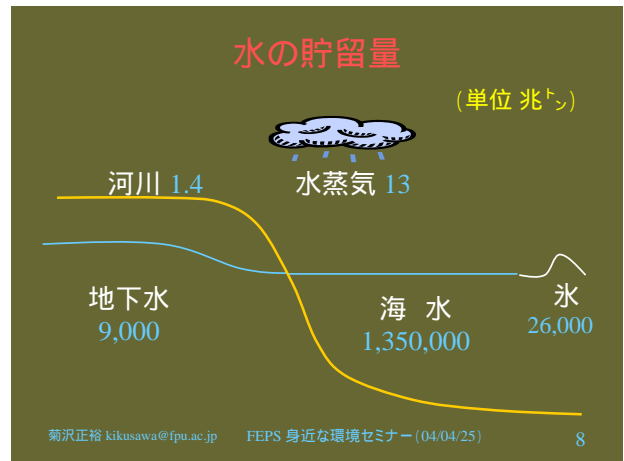
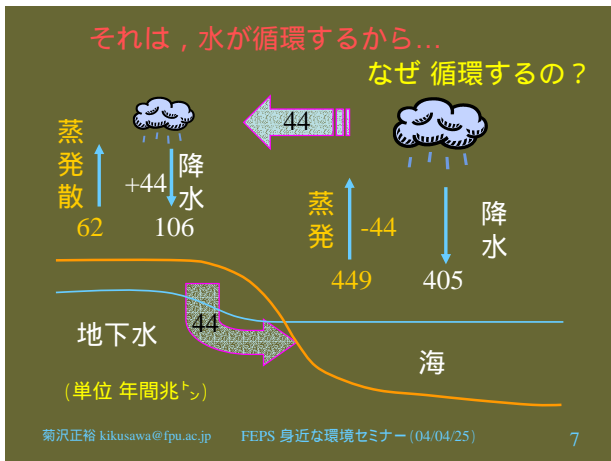
5

## 水はいつもきれい!

- 河川水量 1.4兆トッ
- 人が利用する水の量
  - ✓ 年間1人あたり22トッ
  - ✓ 全人類年間 0.15兆トッ
- 1年でなくなる, 人間だけじゃない...
- きれいな水は不足しないの?

菊沢正裕 kikusawa@fpu.ac.jp FEPS 身近な環境セミナー (04/04/25)

6



## 水循環の意味するところ(2)

- 河川の汚染は9日で地下水や海水を汚染する
- 地下水の入れ替えにかかる時間は1000年
- 海水の入れ替えにかかる時間は3000年
- 一度汚せば、取り返しがつかない

## 肥料にも汚染源にも爆弾にもなる窒素

### 窒素の循環



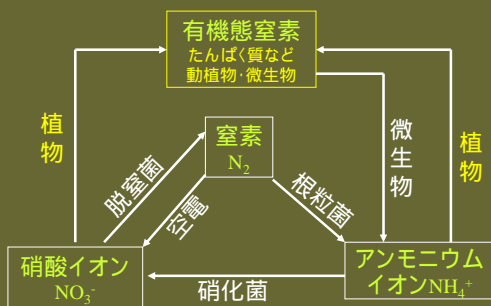
## 窒素の性質

- 大気の78%
- 生命を支えるたんぱく質や核酸に必須の物質
- 大気中の窒素ガス  $N_2$  は、化学変化を起こしにくい
- 生物を介して化学変化を起こす
  - ✓ 有機体窒素  $N$ 、アンモニア  $NH_4^+$ 、硝酸  $NO_3^-$  など

## 生命活動による窒素循環

1.  $N$ 、 $NH_4^+$  全生物 嫌気・好気 アンモニア化
2.  $NH_4^+$ 、 $N$  全生物 嫌気・好気 アンモニア同化
3.  $N_2$ 、 $NH_4^+$  根粒菌など 嫌気 窒素固定
4.  $NH_4^+$ 、 $NO_3^-$  硝化菌 好気 硝化
5.  $NO_3^-$ 、 $NH_4^+$  植物・微生物 好気 硝酸同化
6.  $NO_3^-$ 、 $N_2$  脱窒菌など 嫌気 脱窒

## 窒素の循環図



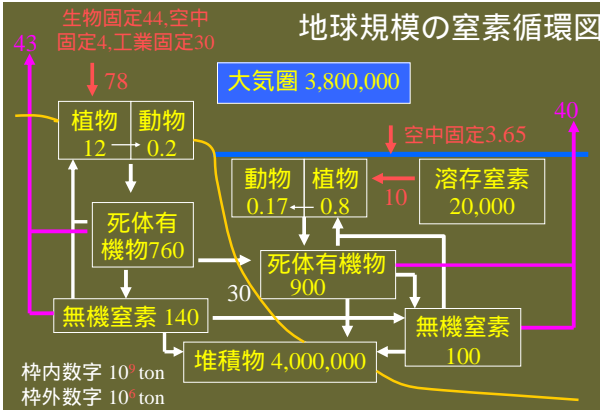
## 人間活動による窒素循環の助長

1.  $N$ 、 $NH_4^+$  アンモニア化 焼却、污水处理、牧畜
2.  $NH_4^+$ 、 $N$  アンモニア同化 農林業、養殖漁業
3.  $N_2$ 、 $NH_4^+$  窒素固定 マメ栽培、窒素肥料の合成
4.  $NH_4^+$ 、 $NO_3^-$  硝化 好氣的污水处理、焼却
5.  $NO_3^-$ 、 $NH_4^+$  硝酸同化 農林業、養殖漁業
6.  $NO_3^-$ 、 $N_2$  脱窒 汚水の3次処理(富栄養化対策)

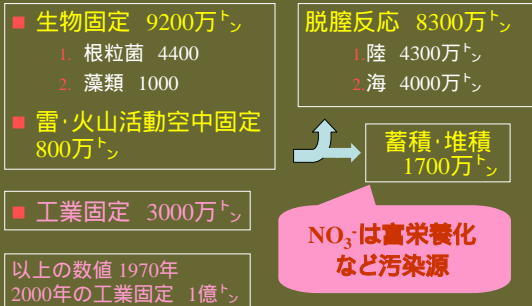
さらに・・・

- 7.  $N \cdot N_2$  燃 焼 燃料の使用
- 8.  $NH_4^+ N_2$  燃 焼 ゴミや汚泥の焼却
- 9.  $N \cdot NO_3^-$  燃 焼 燃料の使用, 焼却

### 地球規模の窒素循環図



### 窒素循環の収支



### 窒素の特徴とまとめ

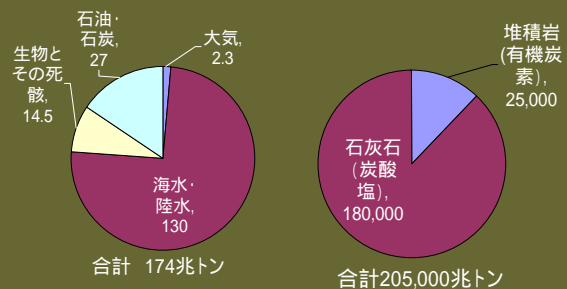
- 窒素ガスは大気中に大量に存在する
- 循環量は, 炭素の10分の1
- 蓄積量は炭素なみ, 海より陸で多い
- 生物を介して, また工業的に $NO_x$ の形で水中や大気に存在
  - ✓ 資源にもなれば汚染源にもなる
- 工業固定は自然循環を壊す量になっている

工業社会で大量に大気へ排出される  $CO_2$

### 炭素の循環



### 自然界の炭素量 ( $CO_2$ 換算)



## 炭素の吸収と生成

- 大気中の二酸化炭素の吸収
  - ✓ 植物や光合成微生物が光合成過程で吸収
- 大気中の二酸化炭素の生成
  - ✓ 微生物や動植物の呼吸
  - ✓ 石灰岩の風化
  - ✓ 化石燃料の燃焼

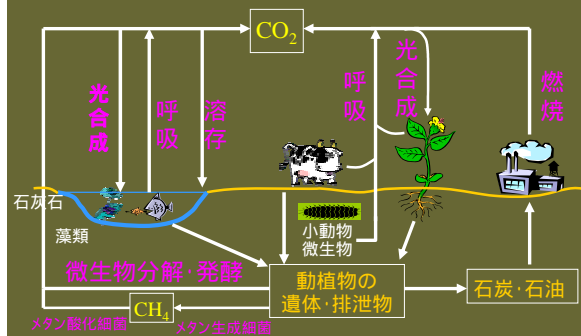
## 代謝反応

- 生物の生命維持活動で、物質を分解してエネルギーを発生したり、エネルギーを使って物質をつくる反応をいう
- 呼吸, 発酵
  - ✓ 物質を分解してエネルギーと二酸化炭素を生成
- 光合成
  - ✓ 二酸化炭素とエネルギーを利用して物質を生成

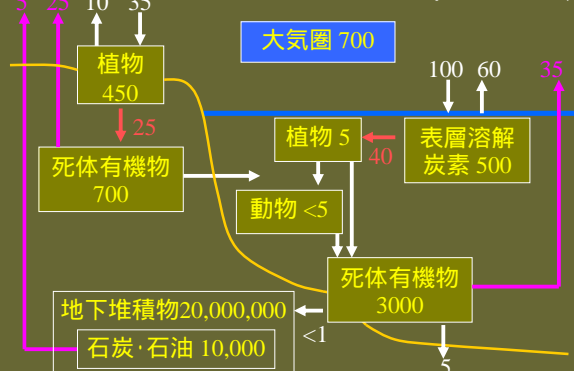
## 呼吸・発酵・燃焼・光合成

- 呼吸
  - ✓ 好気: 炭水化物 +  $O_2$  → 水 +  $CO_2$  + エネルギー
  - ✓ 嫌気: メタン生成細菌など, メタンを経由して最終的に  $CO_2$  生成
- 発酵 (酸素がなく, 酵母があると)
  - ✓ 炭水化物 → アルコール +  $CO_2$  + エネルギー
- 燃焼
  - ✓ (炭素を含む) 物質 +  $O_2$  → 灰 +  $CO_2$
- 光合成 (植物が光エネルギーのある所で)
  - ✓ 水 +  $CO_2$  + エネルギー → 炭水化物 +  $O_2$

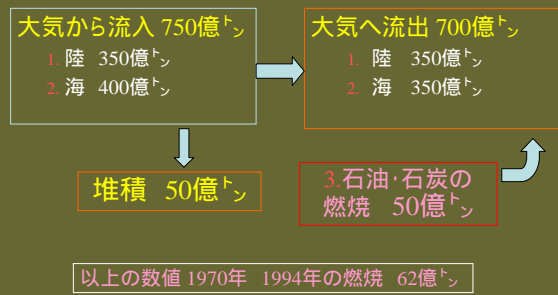
## 地球規模の炭素循環図



## 炭素の循環量 (単位10億ト)



## 炭素循環の収支



## 炭素の特徴とまとめ

- 大気中 320 ~ 350ppm
- 窒素の千倍程度の量が循環している
- 陸より海洋での循環が多い
- 海洋の緩衝作用によって大気と海洋の炭酸ガス濃度は平衡を保ってきた(?)
- 炭素有機物は海底や地下に蓄積され石炭・石油を形成
- 化石燃料の燃焼は自然循環を左右する量になり、温暖化に多大の影響を及ぼす

## お疲れ様

