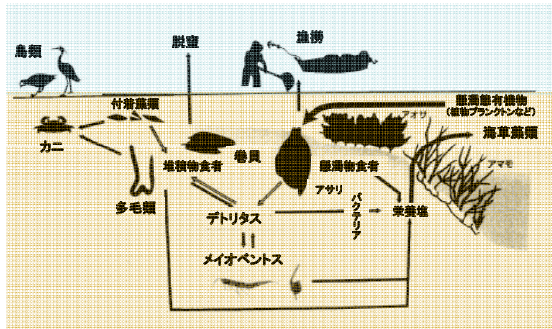


生態系物質循環に関わる化学成分析
—安定同位体比と脂肪酸組成解析の基礎と実例—



物質循環セミナー 5月11日(月)

本日の話題提供内容

	スライド
1) 安定同位体比とは？	
..... 同位体とはなにか？	P. 3, 4, 5
..... 同位体比(δ)のメリット	P. 6, 7, 8
..... トレーサー法や同位体分別とは？	P. 9 - 13
..... 窒素(N)起源を求める	P. 14, 15, 16
..... ミキシングモデルによる起源解析	P. 17
..... Multi-isotopeのメリット	P. 18
2) 最新の同位体比分析事情	
..... 分子レベルの解析(アミノ酸・chl a)	P. 19, 20, 21
..... 微量分析・プレイクスルー	P. 22, 23
3) 脂肪酸とは？	
..... 生物種に特徴的な脂肪酸組成	P. 24, 25, 26
..... 脂肪酸組成を用いた研究	P. 27
4) 具体的研究例	
..... クロソラスズメダイのなわばりにおける窒素循環	P. 28 - 36

安定同位体比

同位体...陽子数が同じで中性子数が異なる元素

安定同位体

例: 炭素(¹²C, ¹³C)、窒素(¹⁴N, ¹⁵N)、
酸素(¹⁶O, ¹⁷O, ¹⁸O)、硫黄(³²S, ³³S, ³⁴S, ³⁶S)、
カリウム(³⁹K, ⁴¹K)

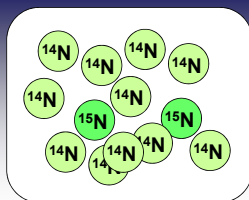
放射性同位体...放射壊変で別の核種になる

天然 例: 水素(³H)、炭素(¹⁴C)、硫黄(³⁵S)、
カリウム(⁴⁰K)、ウラン(²³⁴U, ²³⁵U, ²³⁸U)
人工 例: ウラン(²³³U, ²³⁶U)

地球化学で欠かせないツール “安定同位体比” って何？

N (窒素)

¹⁴N 99.6%
¹⁵N 0.36%



多くの元素には、質量数が少し異なる元素が存在して、その混合比を、相対的に表したものを安定同位体比といい、**δ¹⁵N ‰** のように表します。

でるたじゅうごえぬ ぼーみる

安定同位体比(δ)を用いる利点って何だ？

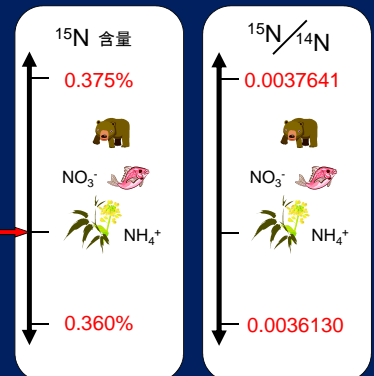
δ¹⁵N?

天然での存在比

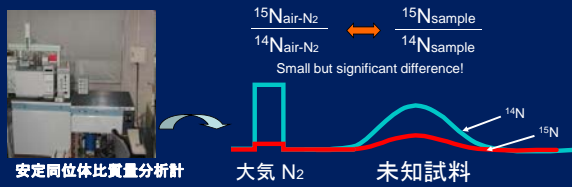
大気窒素 (air-N₂)

¹⁴N 99.635%
¹⁵N 0.365%
(atom ratio)

かなり安定!

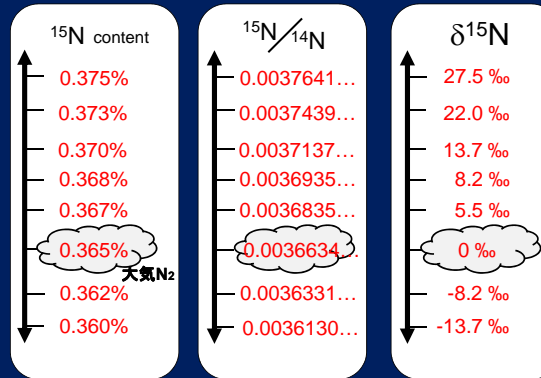


同位体比はどのように計算しているのか？

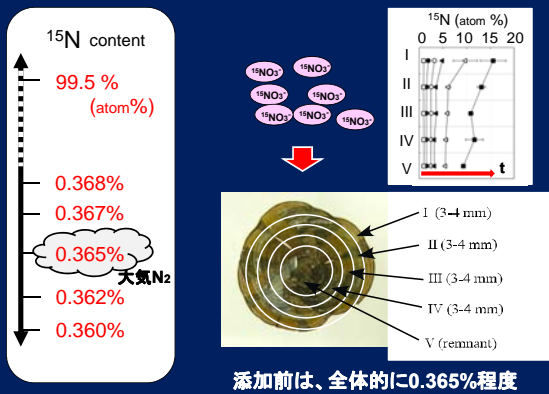


$$\delta^{15}\text{N} \text{ ‰} = \left(\frac{\frac{^{15}\text{N}_{\text{sample}}}{^{14}\text{N}_{\text{sample}}}}{\frac{^{15}\text{N}_{\text{air-N}_2}}{^{14}\text{N}_{\text{air-N}_2}}} - 1 \right) \times 1000$$

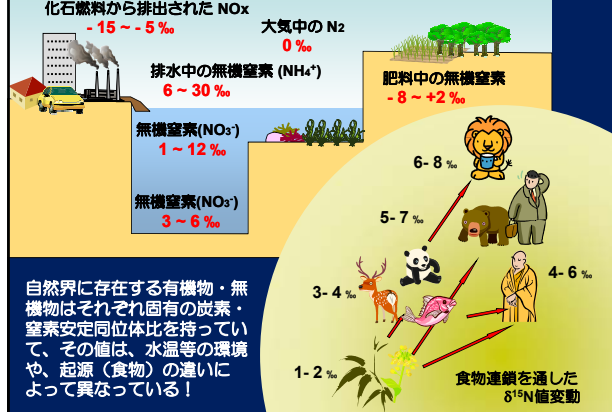
安定同位体比(δ)を用いる利点って何だ？



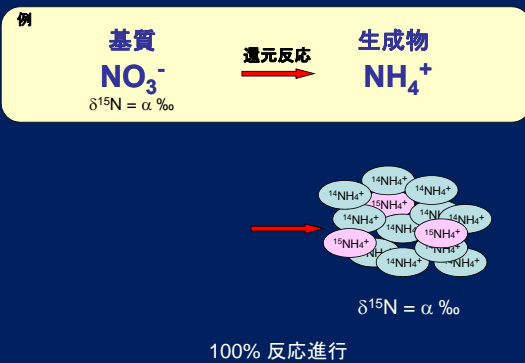
補足：トレーサー試料(標識試料)って何だ？



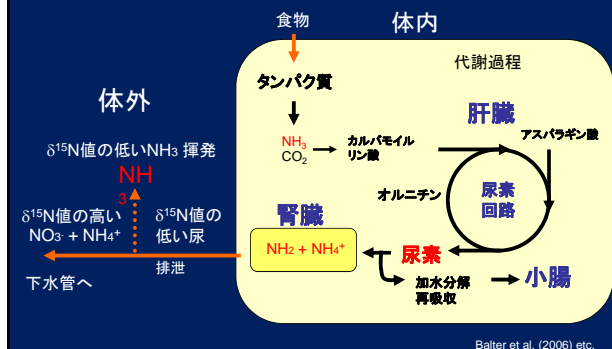
生態系における窒素安定同位体比(δ15N)の分布

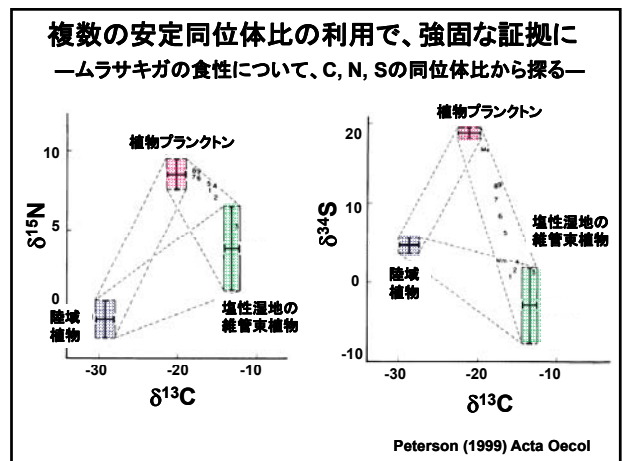
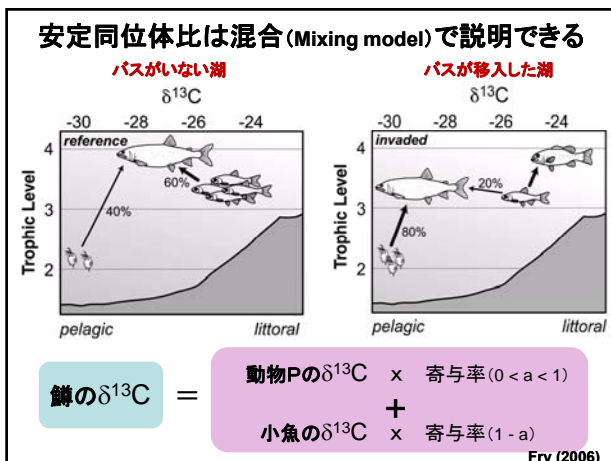
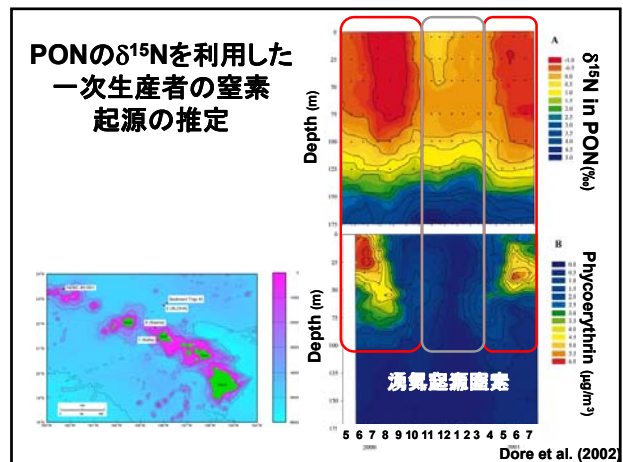
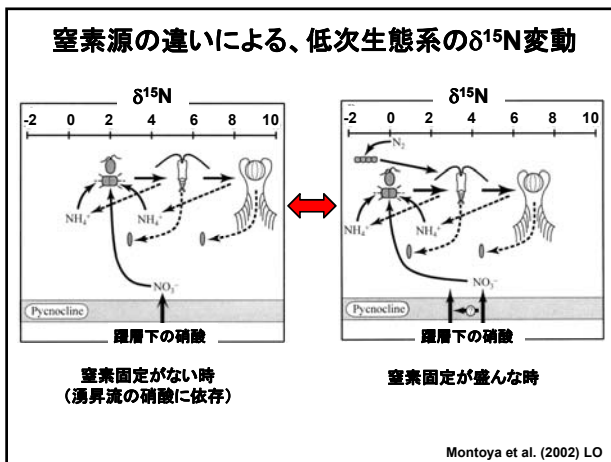
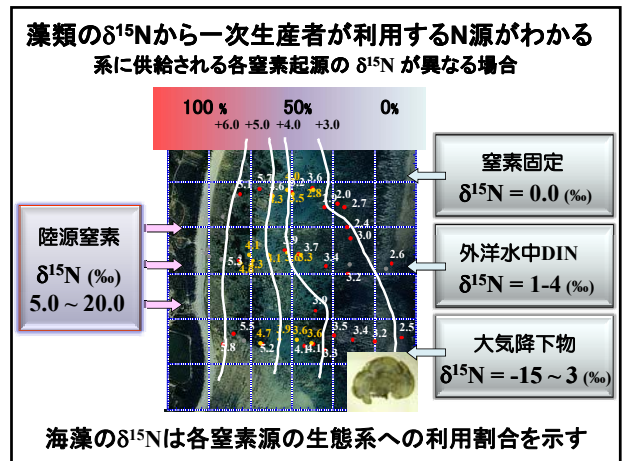
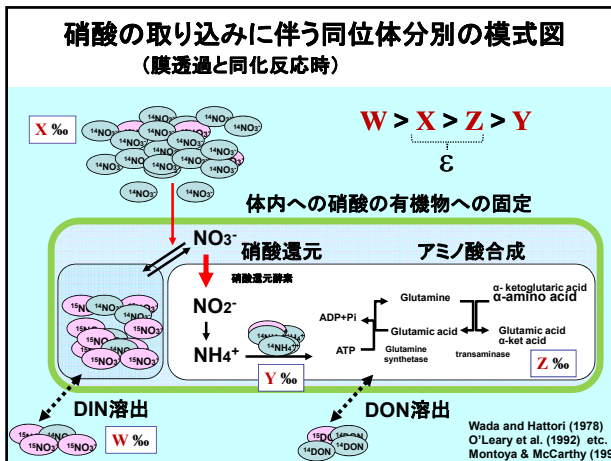


どうして異なるδ15Nを持つ窒素成分が存在するの？



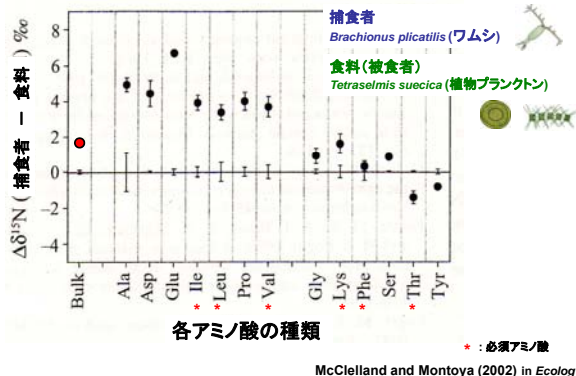
- i) なぜδ15N値は、栄養段階の上昇に沿って増加するの？
- ii) なぜ尿尿排水中のδ15N値高い値をもっているの？



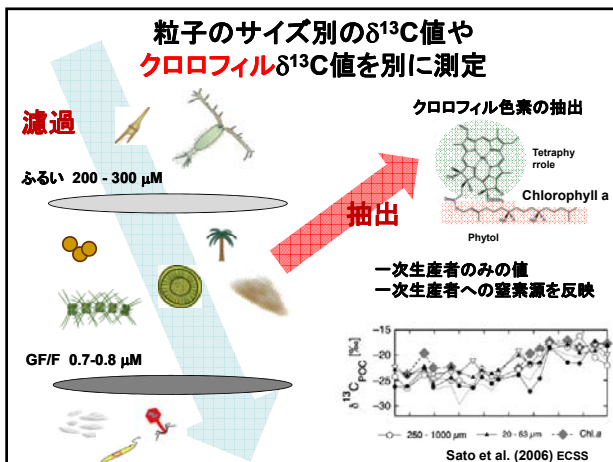


最新の分析事情

捕食者と食料における、試料全体と個々のアミノ酸の $\delta^{15}\text{N}$ 値の違い ($\Delta\delta^{15}\text{N}$)

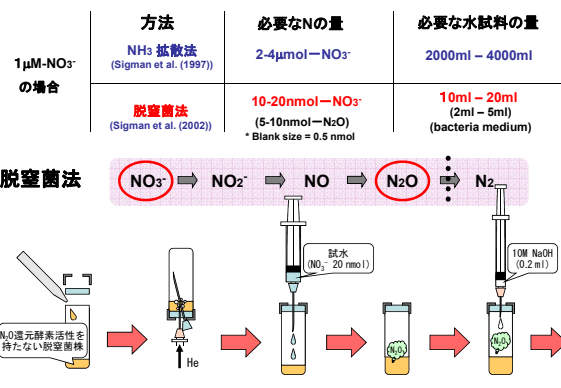


粒子のサイズ別の $\delta^{13}\text{C}$ 値やクロロフィル $\delta^{13}\text{C}$ 値を別に測定

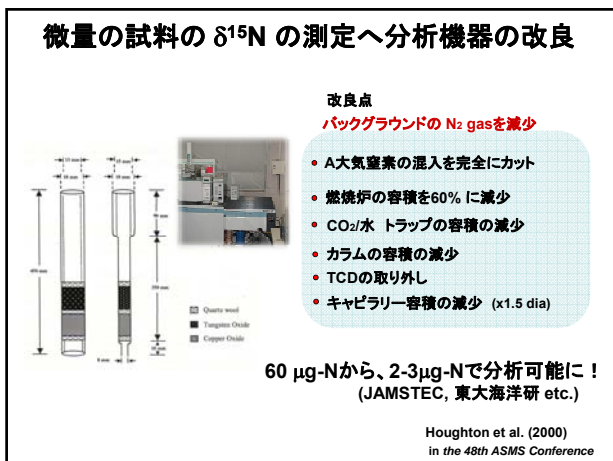


分析方法や前処理の技術革新

一例: 硝酸の $\delta^{15}\text{N}$ 分析



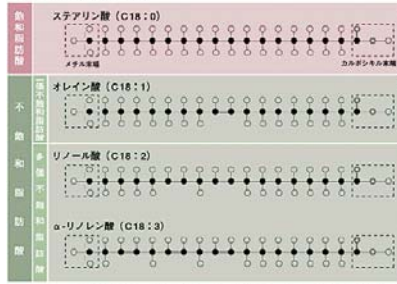
微量の試料の $\delta^{15}\text{N}$ の測定へ分析機器の改良



脂肪酸解析

脂肪酸とは？

カルボキシル基(COOH)を持つ長鎖炭化水素で脂質の主成分



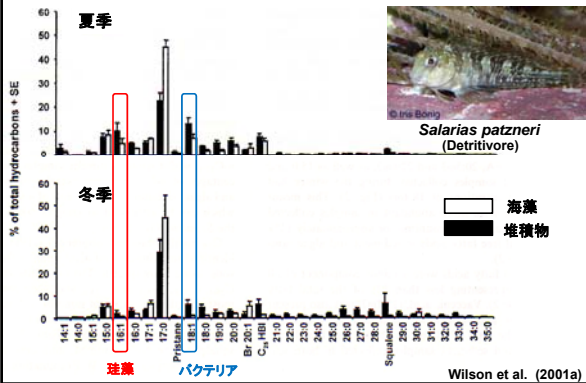
CX:Y
X:YωZ
X: 炭素数
Y: 不飽和脂肪酸の数
Z: カルボキシル基COOHから数えたBの位置

各生物種に特有の脂肪酸がある場合が多い

陸上植物	High C22/C16, C24/C16, C26/C16
マングローブ	16:1ω6, 18:1ω9, 18:2ω6, 18:3ω3, PUFA
海藻	16:0, 18:2ω6, 18:3ω3, PUFA (polyunsaturated Fatty Acids)
緑藻類	PUFA (C16, C18) 16:4ω3, 18:2ω6, 18:3ω3, 18:3ω6
褐藻類	PUFA (C18, C20) 20:4ω6
紅藻類	PUFA (C18, C20) 20:5ω3, 20:4ω3, 20:4ω6
珪藻	16:1ω7, 20:5ω3 (EPA), 16:1 / 16:0 >>1
渦鞭毛藻類	18:4ω3, 20:5ω3, 22:6ω3
動物プランクトン	22:6ω3 (DHA), 20:1ω9, 20:1ω11, 22:1, (20:1ω9 Alc)
バクテリア	∑odd-BrFAs (ex., Iso & anteiso 17:0, 15:0), 18:1ω7, MUFAs>PUFAs
シアノバクテリア	C<20, < trienoic FA (16:0, 16:1, 18:1, 18:2)
肉食動物	18:1ω9
Living organism	High PUFA and Phytol/C16

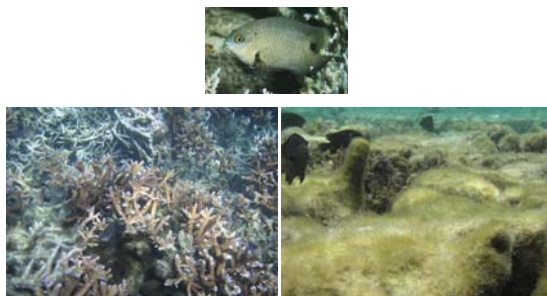
脂肪酸組成の変動は、温度、光、栄養塩、塩分といった環境条件の変化によっても起こる。

イソギンポ(detritus食性)のなわばり内の堆積物と海藻の脂肪酸組成



実際の調査例

クロソラスズメダイのなわばりにおける窒素循環ダイナミクス



1. なぜ、特定の藻類を育てているのか？
2. 海藻のN起源、魚のN起源は何なのか？

Stegastes nigricans

海藻の持つ機能は何？

- 海藻自身の栄養価？
- 消化しやすい組織？
- デトリタスや付着藻類？ (Mucus, Cyanobacteria)

どのような経路で？

- 糞
- アンモニア、尿素
- 体表の粘液？

どのような由来のNで？

- 大気由来 N
- 陸起源 N
- 外洋由来 N

顕微鏡下の観察、生態の観察

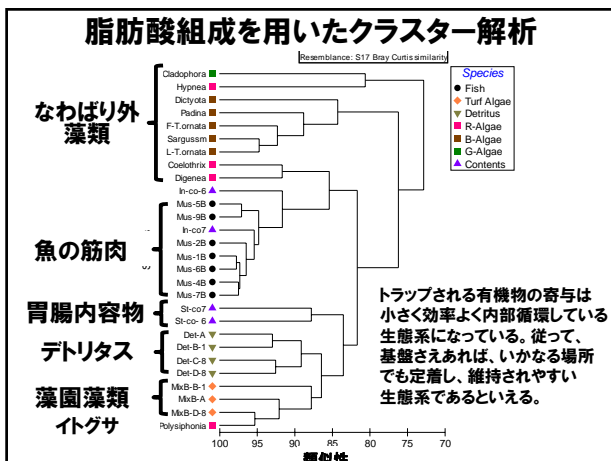
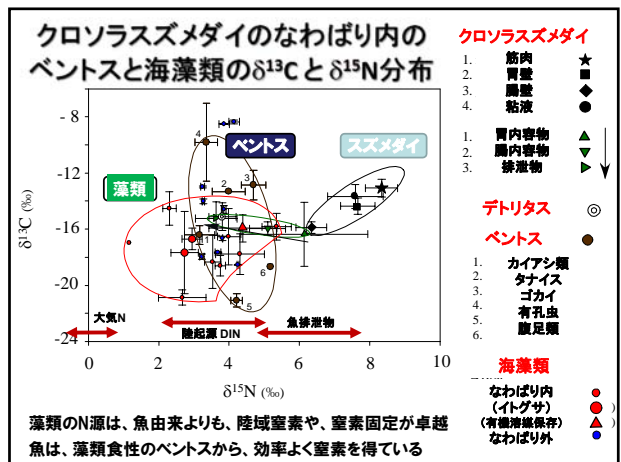
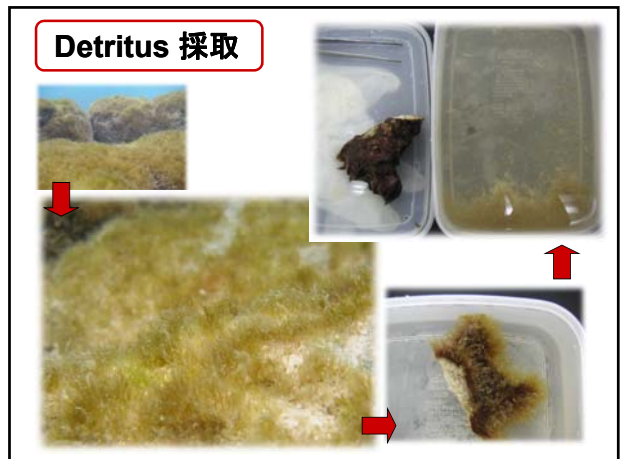
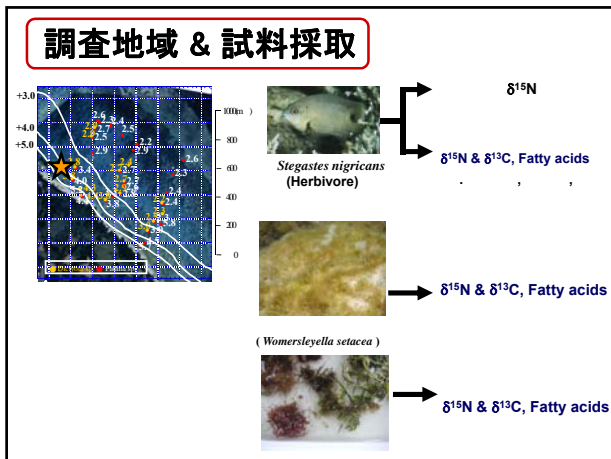
- 胃内容調査
- 摂食と排泄回数の観察

+

同位体や脂肪酸、アミノ酸組成

$\delta^{15}N$, $\delta^{13}C$, fatty acids, amino acids

Mono-cultural algal bioassay



種によって異なっており、陸起源窒素(硝酸)や窒素固定が主であり、魚の排泄物はマイナーといえる。

なわばり内の藻類由来の有機物で構成されている。

藻類は、デトリタスをトラップして留めておく機能と、窒素が豊富な餌としての機能を持っている。

なわばり内の藻類と底生動物を利用している。

有機物のトラップによって、小さく効率よく内部循環している生態系になっている。従って、基盤さえあれば、いかなる場所でも定着し、維持されやすい生態系であるといえる。



ご静聴、ありがとうございました。
ご質問、コメントをお願いします。