

# 水草と水質について

山室真澄

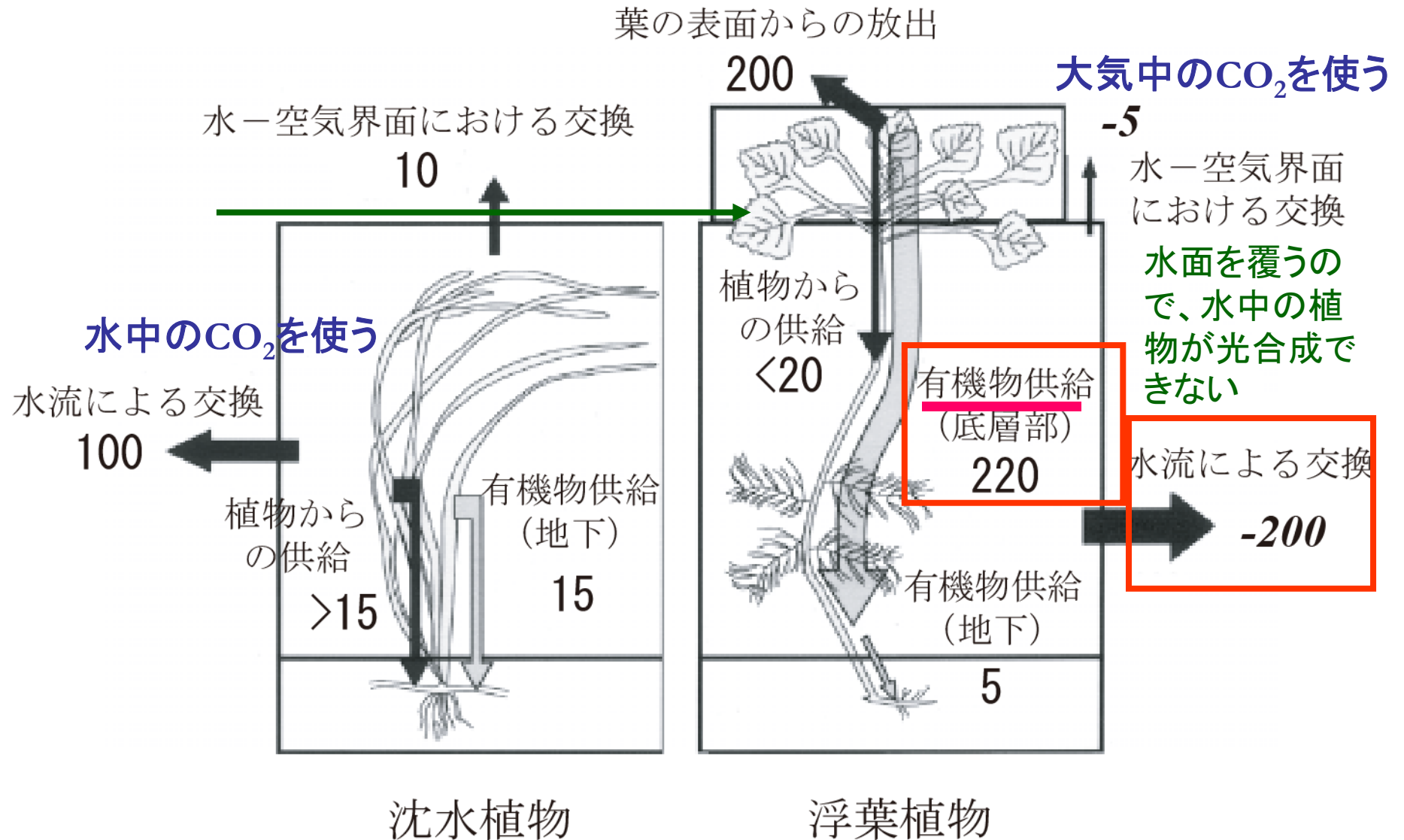
東京大学大学院新領域創成科学研究科

# 何が貧酸素化をもたらすか？

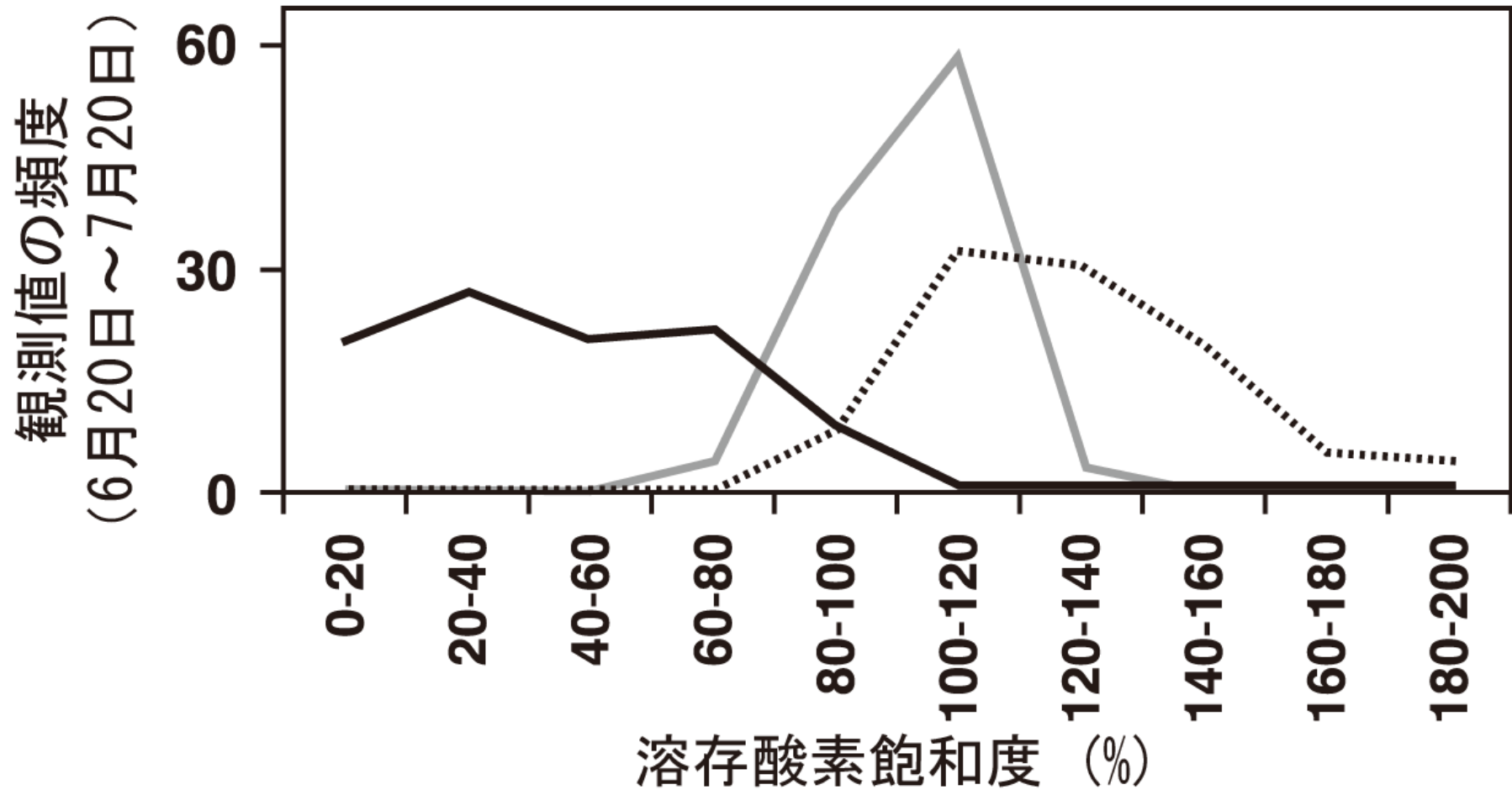
ある事象が貧酸素化をもたらすかは下記4点を検討すれば、おおよそ予測することができる

1. 湖底への酸素供給の減少
  - ・流れの減少
  - ・減光による光合成による酸素発生の減少
2. 湖底での酸素消費の増加
  - ・水温上昇による代謝速度の増加
  - ・有機物濃度の増加

(質問) 水面を覆うタイプの水草であるヒシが繁茂する湖沼ではどのようなことが起こるか？



沈水植物と浮葉植物を通じた**酸素** (黒色矢印) と **有機物** (灰色矢印) のフラックス。酸素フラックスのマイナスの値 (イタリック) は、群落での酸素の消費を示す。単位: millimoles m<sup>-2</sup> day<sup>-1</sup>。Caraco et al. 2006を改変。

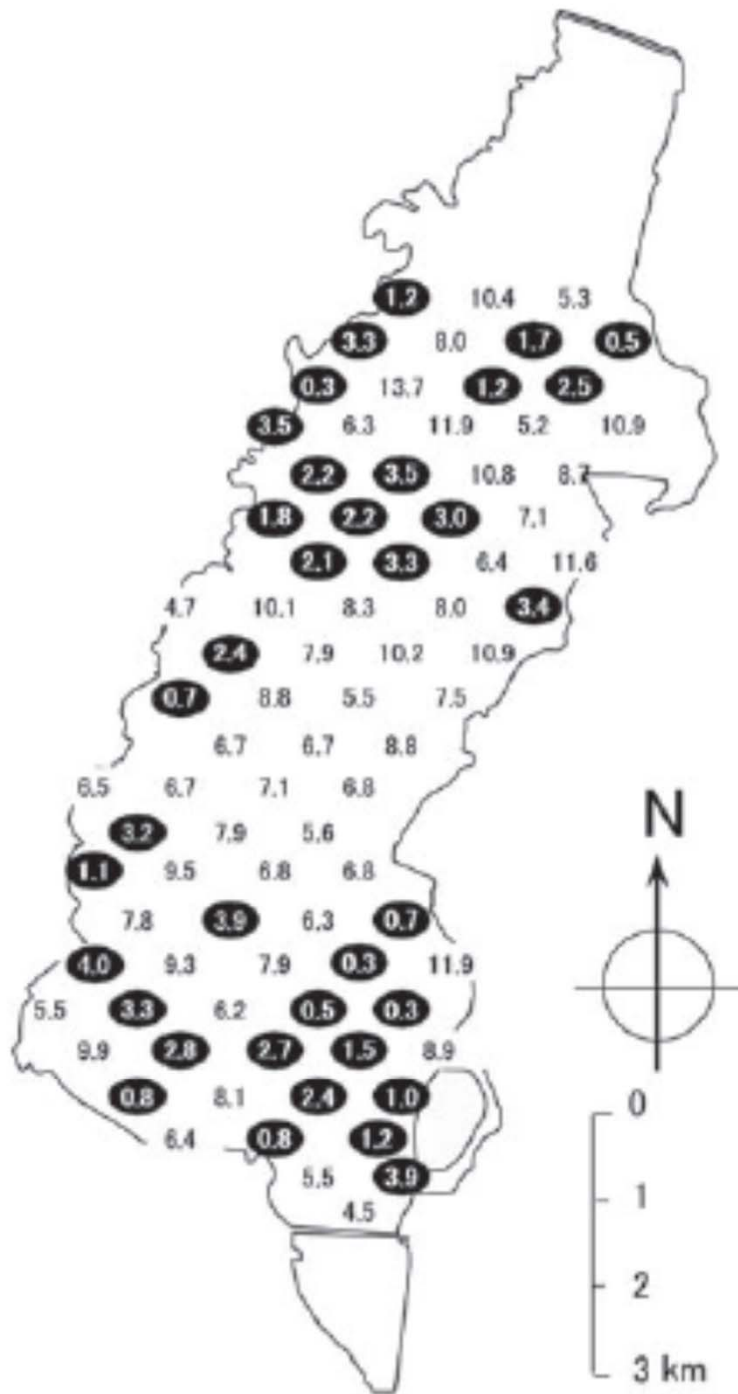


ハドソン川における溶存酸素飽和度の変動(2003年)。ヒシが優占する水域を黒線、沈水植物が優占する水域を点線、開放水面を灰色の線で示した。Caraco et al. 2006を改変。

実際に測ったら。。。。



2015年8月7日諏訪警察署前  
水深1.5mの底層で溶存酸素はわずか2.1mg/l！



湖底直上の溶存酸素濃度 =

- 0.027 x オオカナダモ現存量
- 0.019 x ホザキノフサモ現存量
- 0.005 x センニンモ現存量
- 0.494 x 水深

+ 8.82

$R' = 0.61, n = 44, P < 0.01$ ).

2002年9月に南湖の84地点で観測された湖底直上(10 cm)の溶存酸素濃度(mg-O<sub>2</sub> L<sup>-1</sup>)の分布地図。黒丸で示された地点は溶存酸素が飽和度で50%未満だった。

芳賀ほか(2006)

この結果、湖底から栄養塩が溶出するなどにより、アオコ発生につながる。



琵琶湖の水草問題ポスター

琵琶湖南湖では沈水植物がほぼ全面を覆い、年間2億円も使って毎年刈取りをしているが、去年は過去最高の現存量に達した。水草の繁茂は生態系や漁業被害が大きいのので刈取りをやめられない。刈り取った水草の再利用によるコスト削減の目処も立っていない(滋賀県関係者私信)。

# 2012年の宍道湖 沈水植物とアオコが共存





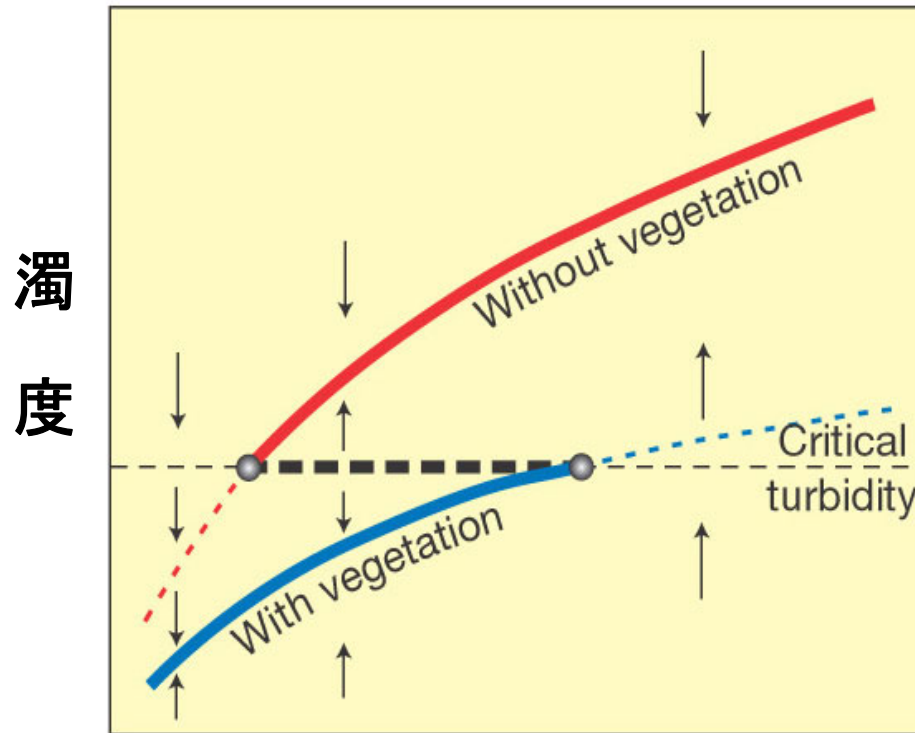
## ヒシとアオコ(湖山池・6.99km<sup>2</sup>)

コンクリート垂直護岸でアオコに覆われても、波あたりが小さいので抽水植物と浮葉植物(ヒシ)が繁茂。



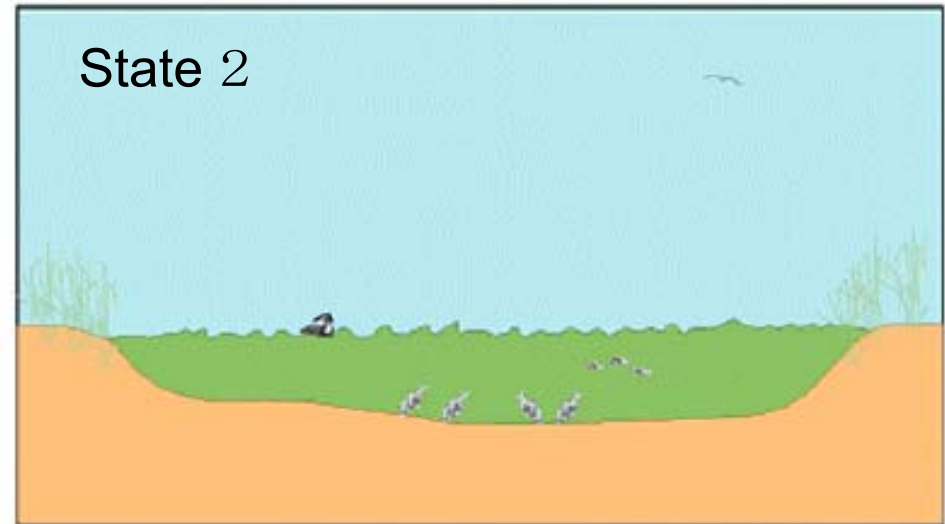
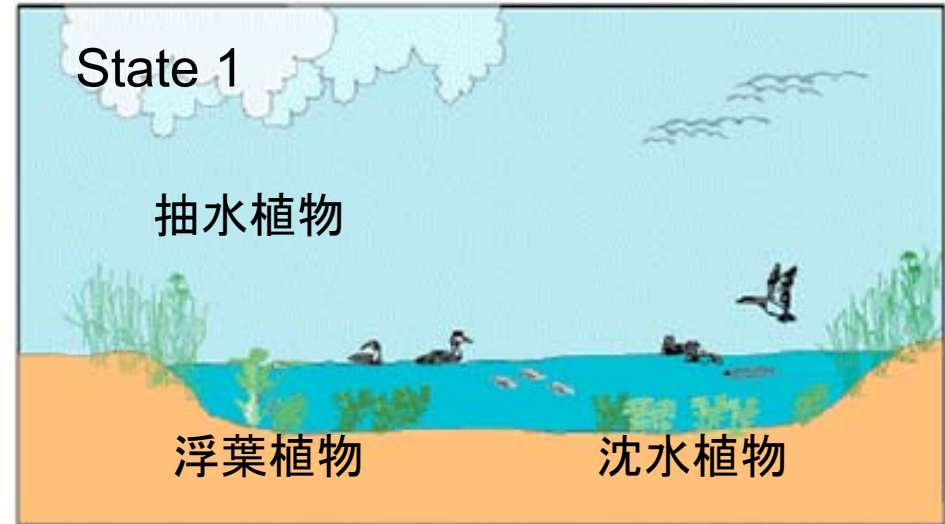
# 水草が生えるとアオコが減るとした論文

Scheffer et al. (2001) in *Nature*



栄養塩濃度

- 濁度が減少しないと沈水植物は復活しない
- 消滅したときの栄養塩濃度以下にしなければ、消滅したときの濁度には戻らない(ヒステリシス)



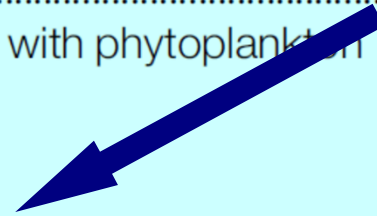
Alternative stable state

1か2のどちらかになるとの説

# Scheffer et al. (2001) は沈水植物消滅原因のトップに 除草剤をあげていた

**Table 1 Characteristics of some major ecosystem state shifts and their causes**

Ecosystem	State I	State II	Events inducing shift from I to II
Lakes	Clear with submerged vegetation	Turbid with phytoplankton	Killing of plants by herbicide Killing of <i>Daphnia</i> by pesticide High water level

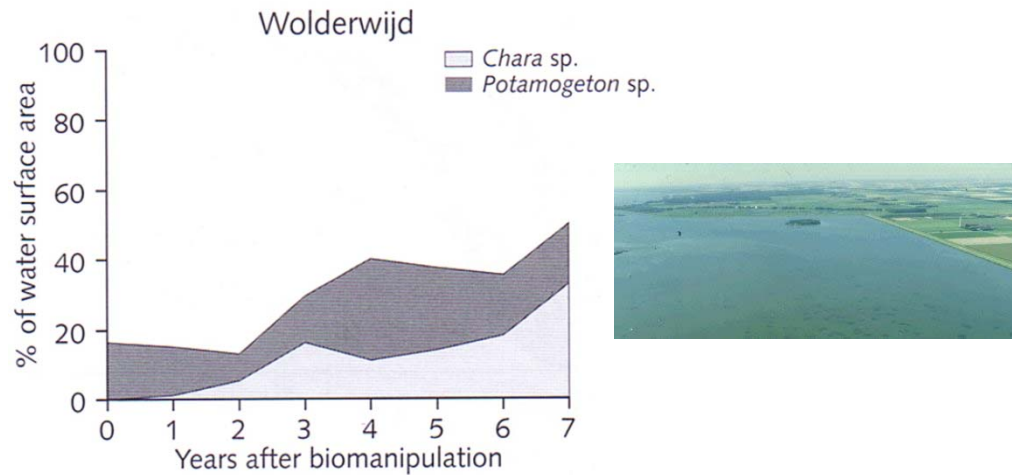


Events inducing shift from I to II

Killing of plants by herbicide  
Killing of *Daphnia* by pesticide  
High water level

- 沈水植物消滅原因のトップは除草剤使用
- 富栄養化は表中には書かれていない
- しかし論文の中では栄養塩を中心に議論し、除草剤については言及していない
- 後日、一般の水草では透明度は回復せず、シャジクモ類の復活が不可欠であると認識されるようになる

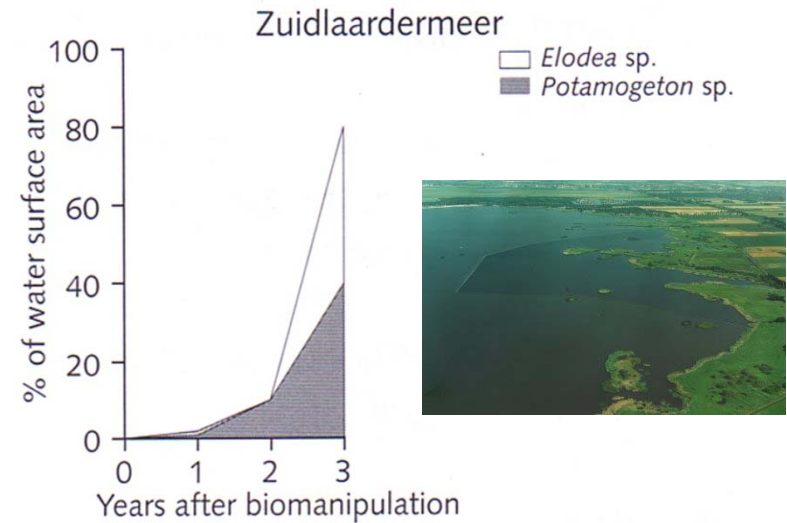
## Plant recovery after biomanipulation



The following measures were taken from 1979 :  
 measures for **reduction of phosphate loading**  
 In 1991-1993: **reduction of the fish stock**  
 (approximately 75% of the fish biomass was removed) and **introduction of young pike**  
 (Results)

In 1991, **stoneworts (*Chara*)** were for the first time encountered over a reasonable area in the Wolderwijd - Nuldernauw. For the first few years thereafter, in the summer months, the water was clear only above the stoneworts. **The stoneworts increased in number every year until 1997, as a result of which the area with clear water increased.**

シャジクモが生えたら透明度が高くなった



The following measures were taken in the compartment in 1996:  
**inoculation with aquatic plants**  
**reduction of the fish stock**

(Results)

In 1998, **the transparency decreased despite the presence of aquatic plants** (which stabilize the transparency in other lakes) and the low biomass of fish.

シャジクモでない水草が生えたが透明度は改善されなかった

	Inside vegetation		Outside vegetation	
Secchi depth (m)*	0.60***	(0.13)	0.30	(0.00)
Chlorophyll-a ( $\mu\text{g l}^{-1}$ )*	12.00	(5.00)	38.00	(5.00)
Total-P ( $\text{mg l}^{-1}$ )	0.06	(0.02)	0.10	(0.03)
Total N ( $\text{mg l}^{-1}$ )	1.37	(0.25)	1.80	(0.05)
SRP ( $\text{mg l}^{-1}$ )*	0.003	(0.00)	< 0.001	(0.00)
Dissolved-N ( $\text{mg N l}^{-1}$ )**	0.0045	(0.015)	0.06	(0.013)
Inorganic suspended solids ( $\text{mg l}^{-1}$ )	2.75	(1.30)	7.00	(1.20)

1993年6月  
Velwemeer湖

\* significant difference between inside and outside the vegetation ( $p < 0.05$ )

\*\* dissolved N =  $\text{NO}_3 + \text{NO}_2 + \text{NH}_4$

\*\*\* Secchi depth to the lake bottom



シャジクモ帯

# ヨシが水質や生態系に与える影響 宍道湖の例

## 宍道湖で植栽されたヨシ

ヨシを植えると水質浄化効果だけでなく、二枚貝ヤマトシジミが増えるとされていた。



# 斐伊川の草地化シミュレーション



●洪水時に流入するヨシバイオマスによる有機汚濁負荷が懸念されることから、シミュレーションを用いて、河道で生産される草本類による宍道湖への有機汚濁負荷量を推定する。





# ヨシマルチによる除草効果の検証実験

