

# 三河湾で不漁となったアサリの餌となるケイ藻のいま ～矢作川流域における対策の可能性について～



2018.12.19

伊勢・三河湾流域ネットワーク世話人 井上祥一郎

## はじめに

近年、全国的にアサリの漁獲量が激減しており、三河湾でも問題となっている。アサリを含む海産二枚貝の多くは、海水中から餌料生物や浮遊懸濁物質をエラにより濾別して摂餌を行っている。特に、アサリの成長に寄与する餌料生物はケイ藻である。

この点に着目し、ケイ藻が必要とする元素が減少した原因を想定し、これらの元素を供給するためにどのようなことをすべきかを検討してきた。

できれば、矢作川流域から三河湾へのケイ酸 ( $\text{SiO}_2$ ) 供給技術をどうにかしたいと考えている。現在のシリカ (Si) 欠損を補うためには、どうすべきかを考えるのが技術者のやるべきことと考えている。

本発表では、より簡単に理解できるよう、以下の構成での整理を試みた。

- ①二枚貝は何を食べているのか？
- ②これがアサリの餌になるケイ藻だ！
- ③ケイ藻が生きるためにはどんな元素と環境が必要か
- ④ケイ素はどのようにして海に流れ込むのか？
- ⑤かつて、海底に溜まった必須元素が三河湾の浅場に戻ったわけ
- ⑥流域環境の変化につれ、ケイ藻が必要とする元素の供給量が変化してきた
- ⑦流域で期待される技術的対応と課題

# ①二枚貝は何を食べているのか？

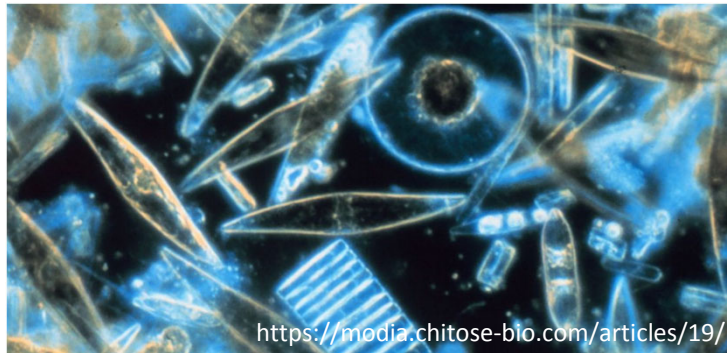
植物プランクトンの代表的な種類は、以下の4つであるが、二枚貝が好んで食べるのは①ケイ藻 ②緑藻 である

## ①ケイ藻

アサリ、ヤマトシジミ、ウニなどの餌になる

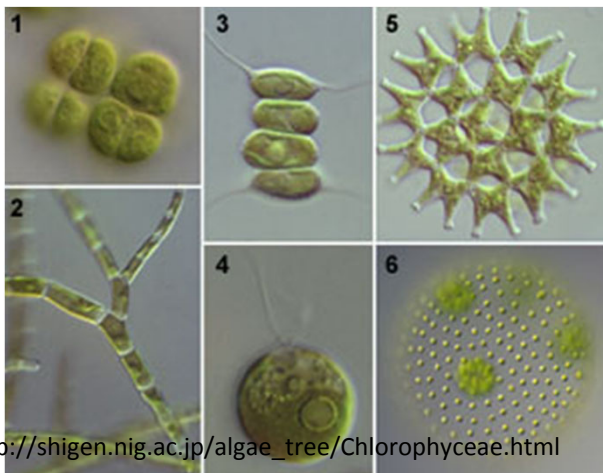
付着ケイ藻：浅いところに多い

浮遊ケイ藻：水中のどこにでもいる



## ②緑藻

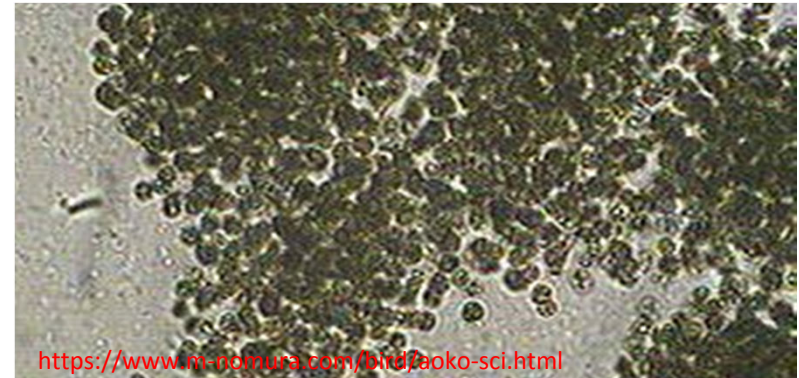
二枚貝は、ケイ藻の次に好んで摂食する



## ③ラン藻

食物連鎖の対象外

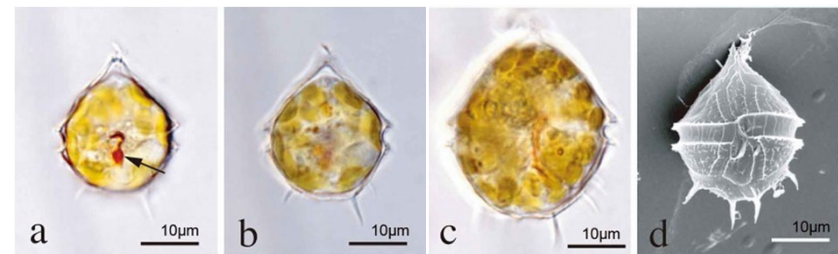
多くいると、アオコになり、連鎖が崩れる



## ④鞭毛藻

海水中に多くなると有害赤潮になる

貝毒種も多い



<https://www.sci.hokudai.ac.jp/bio/bio/peridinium-quinquecorne/>

## ②これがアサリの餌になるケイ藻だ！

ケイ藻は、ケイ酸（ $\text{SiO}_2$ ）の殻をもち、殻の中に細胞質をもっている。この殻の中の細胞質がアサリの栄養源となる。

【ケイ藻の個体内の元素比率】

レッドフィールド\* 比 Fe:P:N:Si:C  
= 0.001 : 1 : 16 : **15~50** : 106

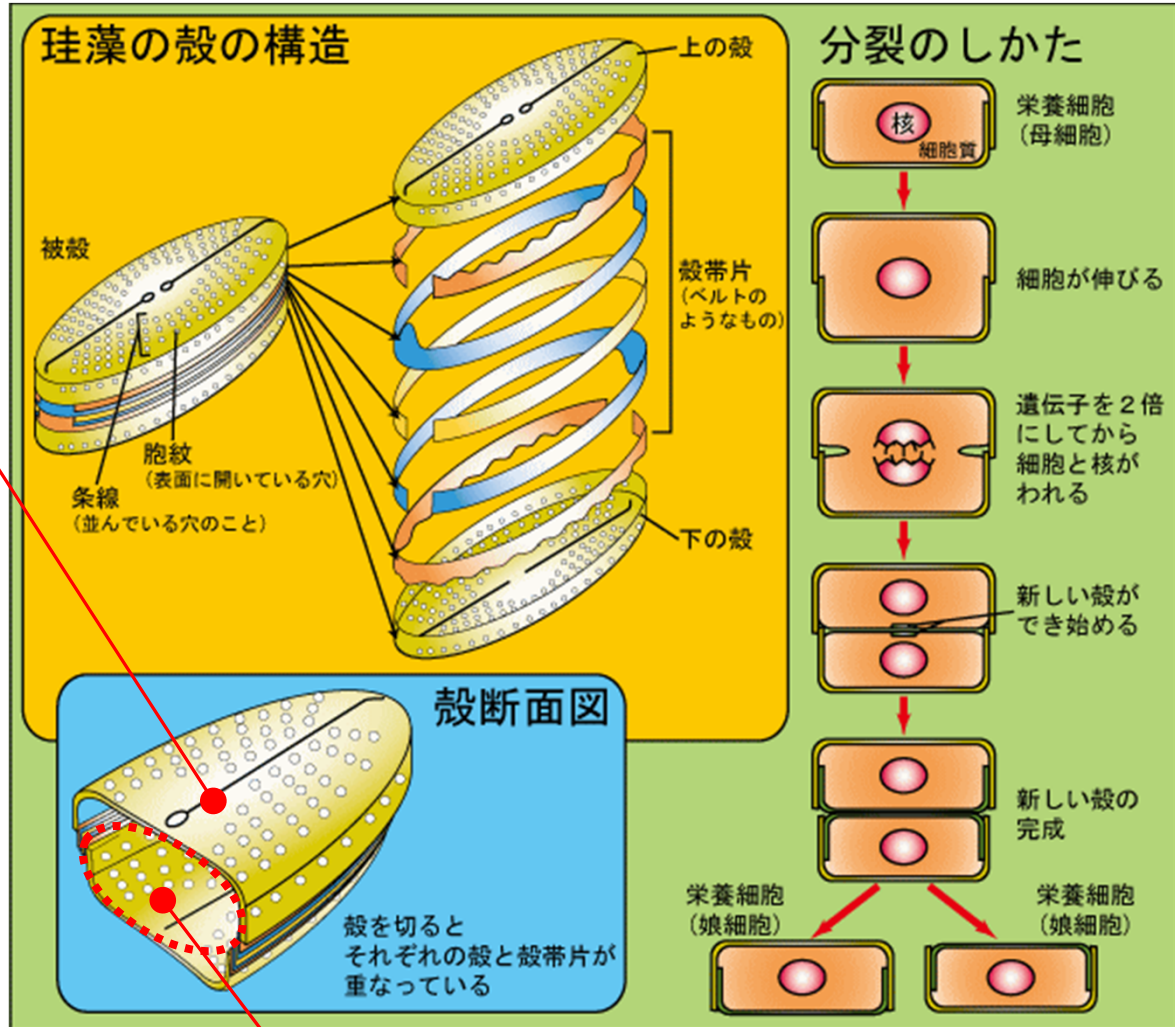
※ Si : 15~50となっているのは、海水~淡水の違いを示しているようだ

殻は $\text{SiO}_2$ で作られている

殻が溶けるには時間がかかる。つまりSi循環には時間がかかることになる。

N,Pが主として人の生活から増えるのに対し、 $\text{SiO}_2$ は湧水・地下水から供給される。

ケイ藻の殻が溶けずに堆積してできたものが珪藻土である。



<http://www.geocities.jp/restingspace2/MyBusiness/02/2-2.html>

原形質内には、タンパク質（N化合物）、エネルギーの素（P）、 $\omega$ -3（EPAやDHA）、光合成に必要な物質（Fe）が含まれている

\* Redfield, A. C., B. H. Ketchum, and F. A. Richards (1963): The influence of organisms on the composition of seawater, p26—77. In *The sea*, vol.2, edited by Hill, M. H., Wiley, New York.

### ③ケイ藻が生きるためにはどんな元素と環境が必要か

水中でSiとN・Pの割合が変わると植物プランクトンの構成が変わることが知られている。具体的にはSiの減少によって、ケイ藻が減少し、ラン藻、鞭毛藻が卓越することがある。

ケイ藻の赤潮がでると漁業者によってはプラスになる（ただし、リ養殖においてはケイ藻は競合種である）。

一方、鞭毛藻のひとつであるヘテロカプサが増えると、その毒によってカキが壊滅状態になる（過去に広島・佐渡島で起きた事例など）。

植物プランクトンを一緒に考えてはいけない

#### ①ケイ素（Si）

水の中にN,Pと比較して大量に溶け込んでいることが重要。モル比で考えると、今よりもっと多く存在していないと使えないという点\*<sup>1</sup>に着目して欲しい。かつてケイ藻が潤沢にあった時のようなケイ素の濃度勾配になっていないと取り込みが難しい状態になっていると考えられる。近代の矢作川の下流では、河川水中に溶け込んだSiと窒素の比が大きく変化すること、河川流量の低下がSiに影響を及ぼすことを研究した例\*<sup>2</sup>がある。

#### ②窒素（N）、リン（P）

これらは、ケイ藻の原形質を構成するタンパク質、エネルギー源となり、適度なバランスが望ましい。リービッヒの最小律\*<sup>3</sup>が適用できる。

#### ③鉄（Fe）

鉄は葉緑素の合成に必要で、それ以外にも、ミトコンドリアにおけるエネルギーの生産や、窒素をアミノ酸に変換する働きも担っている。光合成に必要な鉄は、水の中に溶け込んでいないと使えないため、森林土壌等で作られるフルボ酸鉄が重要な意味をもってくる。

また、湿地からは嫌気性の溶解二価鉄が出るので、疑似湿地としての水田の存在は重要であったと考えられる。

\*1 Redfield, A. C., B. H. Ketchum, and F. A. Richards (1963): The influence of organisms on the composition of seawater, p26-77. In *The sea*, vol.2, edited by Hill, M. H., Wiley, New York.

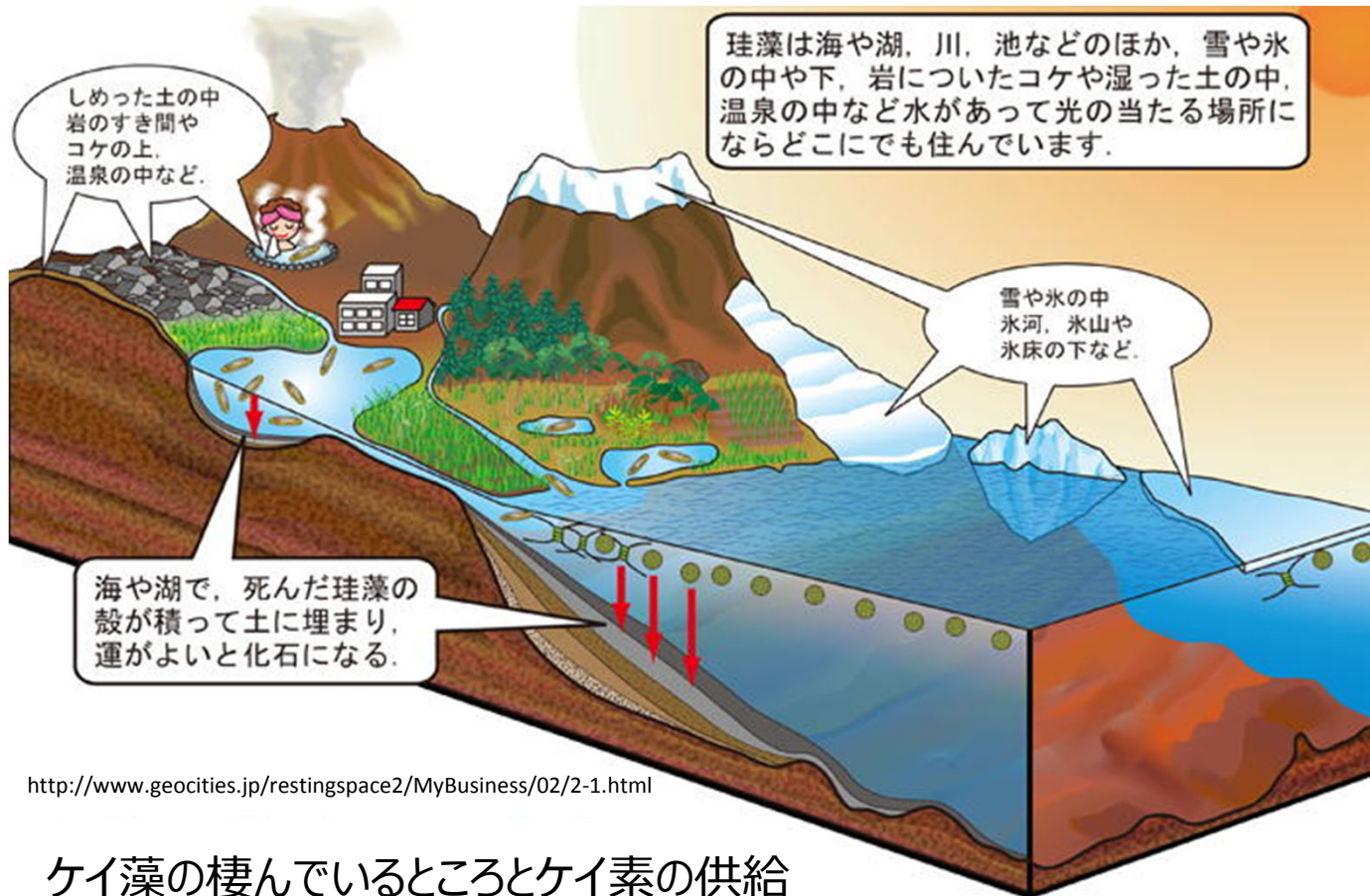
\*2 児玉真史ら(2006): 矢作川下流におけるDSi:DIN比の変動要因,水環境学会誌,Vol.29,No.2,pp93-99.

\*3 植物の成長速度や収量は、必要とされる栄養素のうち、与えられた量のもっとも少ないもののみ影響されるとする説

#### ④ケイ素はどのようにして海に流れ込むのか？

水分があり、太陽光（緑・赤）が水底に届けば付着性ケイ藻も浮遊性ケイ藻も繁殖できる。  
ケイ藻の繁殖場がアサリの生息域と合致していればアサリは採餌して繁殖可能となる。

ケイ素は、以下のような流れでケイ藻に取り込まれる  
↓岩石に含まれるケイ素（Si）が風化により、土壌へ  
↓土壌中では微生物風化によるケイ酸（ $\text{SiO}_2$ ）の溶出が起こる  
↓地下水として、河川へ  
↓溶存体のまま、海洋で滞留  
↓ケイ藻が取り込んで鉱物化（4日間くらい）



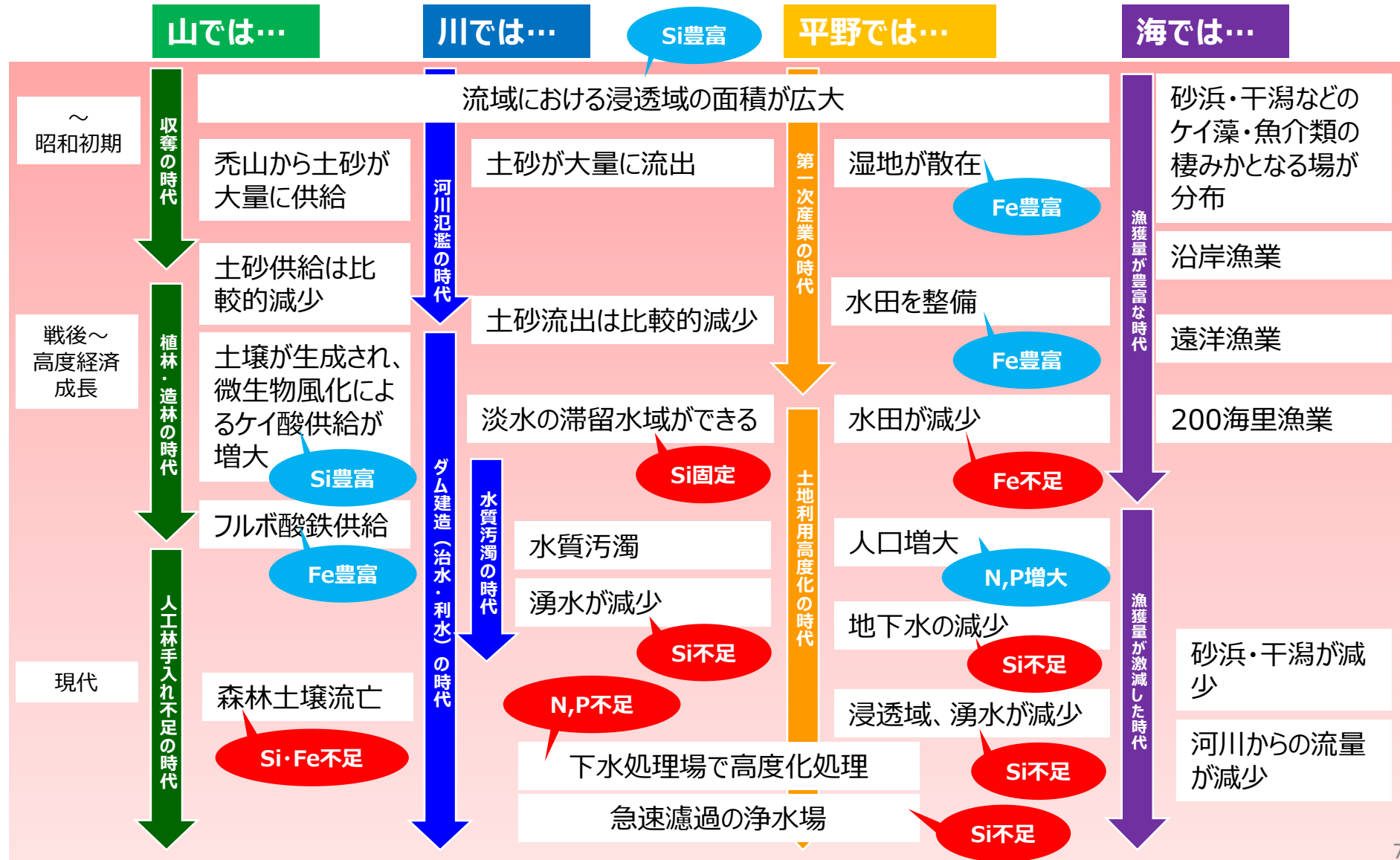
## ⑤ かつて、海底に溜まった必須元素が三河湾の浅場に戻ったわけ

三河湾の湾口深場に溜まったN・P・Siはエスチュアリー循環\*によって浅場に引き上げられたため、豊富なアサリ漁場になったと考えられている。これらは深層水と組成が似ている。



## ⑥ 流域環境の変化につれ、ケイ藻が必要とする元素の供給量が変化してきた

もともと矢作川流域では、ケイ藻が生育するのに十分な元素が供給できる状況にあった。流域内の浸透域の面積が大きく、水量も豊富だったが、時代の流れとともに複数の条件が重なり、魚介類（とりわけ、アサリなど）が生息しにくい環境が作られていったと考えられる。





## ⑦ 流域で期待される技術的対応と課題

アサリがたくさん取れる豊富な三河湾にするために、矢作川流域では何をすべきか。技術的に対応可能なことと対応が難しい課題について整理した。ここでは、アサリの衣・食・住問題としてとらえた。

### 【衣】 水質について

- ・溶存酸素 3mg/ℓ 以上 飽和濃度以下
- ・硫化水素のない好気的環境

### 【食】 餌について

#### ① 森林域で

健全な森づくりは、ケイ酸が溶け込んだ湧水をはぐくむ。その結果、アサリにとって有益な餌料となるケイ藻が育つ。ケイ酸が地下水に溶け込むことが重要であることから、今以上に浸透能が向上できればよい。人工林の適切な手入れが必要と一般的には言われているが、研究面での結論が出ているわけではない。

#### ② ダムの湛水域

滞留する水域があるとそこでケイ藻が多く生育することとなり、Siが収奪され、海に到達する前に減少してしまう。適切なダム配置が重要となるが、治水・利水状況を勘案して決めるべき課題が多い。

#### ③ 河川を流下する水量

かつてより流量が減少していることが指摘されている。豪雨のあとに海の漁獲量が上がっていることから、三河湾の湾口深場に滞留する栄養分（ケイ藻の必須元素）がエスチュアリー循環によって引き上げられるしくみを作ることができればよい。

#### ④ 湿地・水田

フルボ酸鉄は植物プランクトン（ケイ藻など）の光合成に必須の物質であるが、水田（疑似湿地）からも供給される。フルボ酸鉄の供給源である、これらの地域の復元により、供給量を増大することができる可能性がある。

### 【住】 生息環境について

- ・適度な砂泥質と干潟