

## 4-1 溶存態有機物の組成

～ CODを底上げしている物質は何か ～

CODで表される霞ヶ浦の有機物を性状で分けてみると、約60%が溶存態（溶けているもの）CODで占められ、しかも、溶存態CODは、水中では分解しにくい成分で約80%を占めることがこれまでの研究でわかっています。そこで、その成分の大きさや含まれる物質について明らかにしました。

### 溶存有機物の大きさ

有機物の大きさは、ダルトン(Da)という単位で表し、数値が大きいほど、有機物も大きいと考えます。なお、kは1,000を表す記号です。

溶存態有機物を1kDaを目安に小さい部分を低分子、大きい部分を高分子として分けると、低分子が36.2%、高分子が63.8%を占めることが分かりました。また、650 Da未満の小さな有機物が24.1%も占めていることも分かりました。

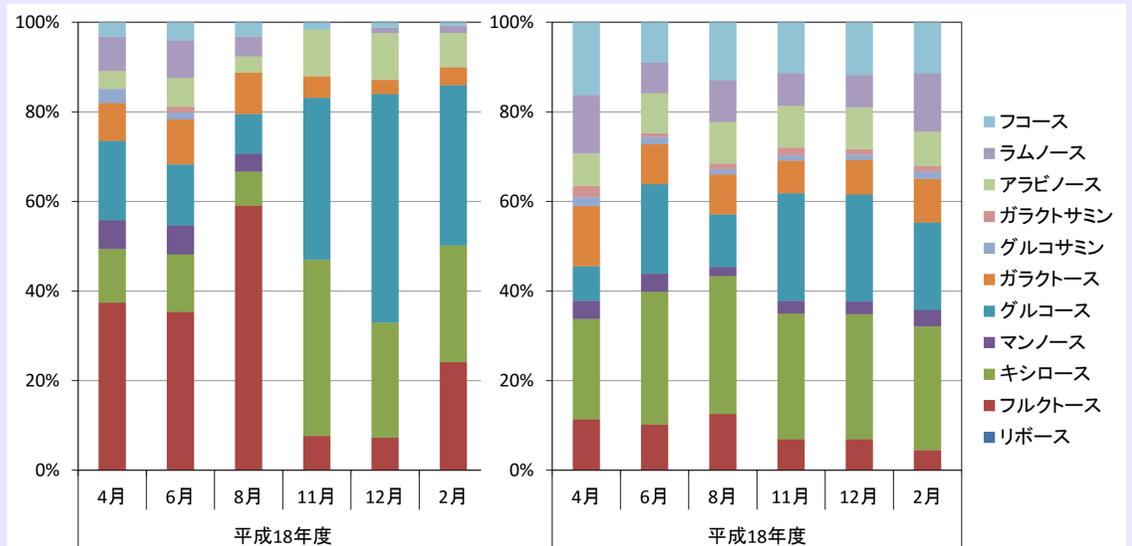
溶存態有機物を大きさで区分した時の全体に対する比率

調査地点	DOCのサイズ分布(%)					
	<650 Da	<1 kDa	<5 kDa	<10 kDa	<30 kDa	<0.1 μm
土浦沖	23.7	6.9	15.9	14.7	12.3	26.5
高崎沖	18.8	14.5	13.0	17.2	12.7	24.8
湖心	33.2	0	17.0	13.1	12.1	24.6
麻生沖	28.3	8.0	16.4	13.1	8.5	25.7
二重沖	18.1	12.1	15.2	15.2	14.9	24.5
武井沖	24.1	9.7	12.6	14.2	11.2	28.1
釜谷沖	21.4	7.8	20.7	11.4	14.1	24.6
外浪逆浦	22.8	7.1	16.0	16.4	10.3	27.4
常陸川水門	26.5	5.4	17.7	14.4	12.8	23.2
平均	24.1	12.1	16.0	14.4	12.1	25.5
	低分子 36.2%			高分子 63.8%		

### 溶存態有機物の成分

溶存態有機物を性状で区分すると、糖質と有機態窒素化合物を合わせた比率は約15%で、湖内の複数の地点間でも河川の上流・下流でも大きな違いはありませんでした。また、年間を通し、ほぼ一定であることも分かりました。

しかし、更に構成成分を調べると、有機態窒素は、尿素やアラニンが占める割合が高く、湖内と河川水に大きな違いはありませんでしたが、糖質は、河川ではフルクトースやグルコースが多く、湖内ではキシロースやグルコースが占める割合が高くなっていました。

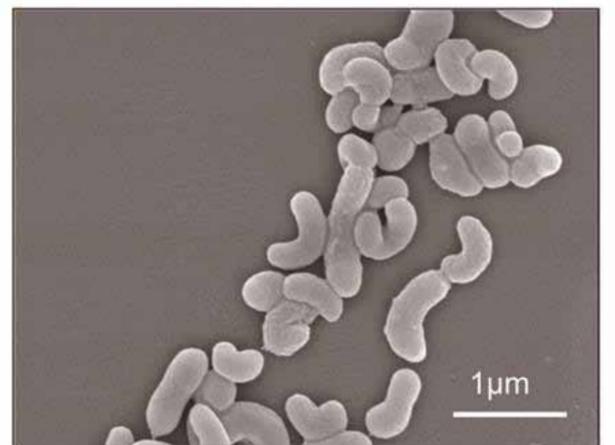


糖質の構成成分の比率 (左:桜川, 右:湖心)

### 溶存態有機物の分解に関与する細菌の分離

溶存態有機物は、太陽光により有機酸に変化した後、細菌によって分解されると考えられます。写真の浮遊細菌は、当センターで分離・培養に成功したもので、有機酸を栄養に増殖しているため、溶存態有機物の分解に重要な細菌と考えています。

この細菌の仲間は、分子遺伝学的方法により世界中の湖沼に存在することが報告されていましたが、生きた状態で分離されたのは、国内では初めて(世界で2例目)です。



霞ヶ浦から分離した浮遊細菌 ( Polynucleobacter属等 ) の電子顕微鏡写真

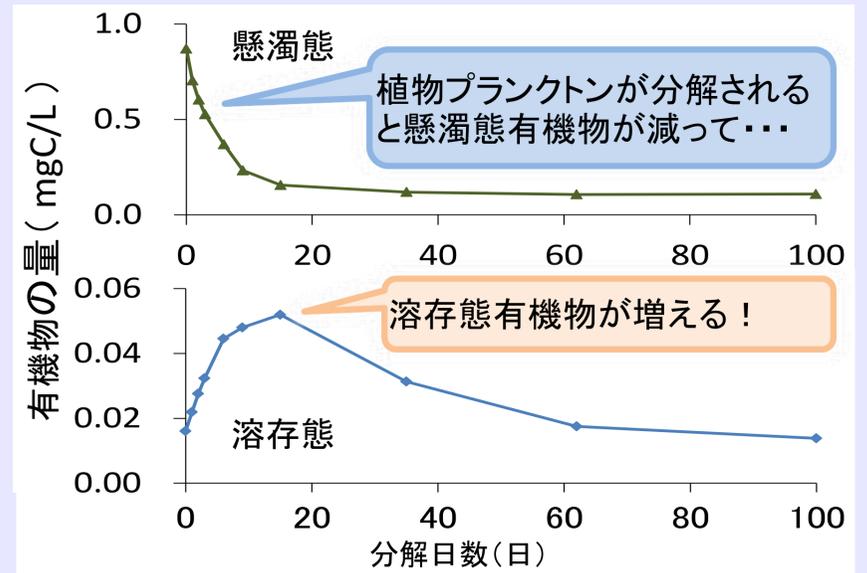
## 4-2 有機炭素でみた有機物

～ CODの原因物質はどこから？ ～

霞ヶ浦のCODは、約60%が溶存態(溶けているもの)CODで占められ、その約80%は難分解性であることがこれまでの研究でわかっています。そこで、溶存態CODの元となる溶存態有機物が、どのように生成され、その量はどの程度なのか、有機炭素\*を指標に明らかにしました。

### 植物プランクトンによる生産と分解

溶存態有機物は、光を受けた状況下で植物プランクトンの増殖により生産された懸濁態有機物の分解により生じます。懸濁態有機物は、年平均では1日当たり1.0 mgC/L生産され、光を遮ると徐々に分解し、溶存態有機物に変化します。更に、溶存態有機物は100日経過しても分解されずに、生産された懸濁態有機物の1.1%が水中に残存することが分かりました。



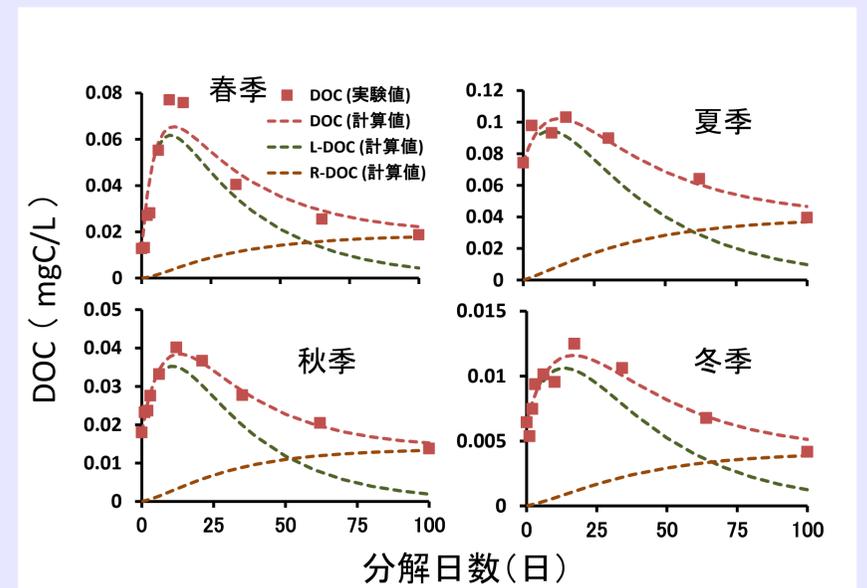
植物プランクトンの分解による溶存有機物の生産

\*有機炭素とは、有機物に含まれる炭素のことです。

### 溶存態有機物の分解過程のモデル化

溶存態有機物(DOC)は、夏季に最も多く生産され、冬季は最も少なく、春季と秋季はその中間でした。また、どの季節においても難分解性溶存有機物(R-DOC)が生成することが分かりました。

このモデルを用いた解析により、1年間の植物プランクトンが生産する懸濁態有機物の量や分解速度、更には溶存態有機物への変化の割合が分かりました。

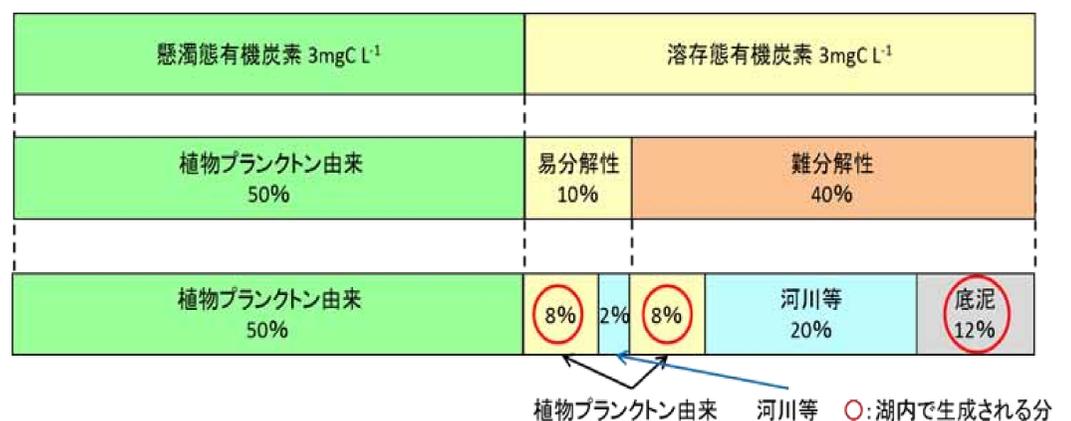


溶存有機物の分解過程のモデル化と計算結果  
<sup>13</sup>Cで標識されたDOCの分解過程  
 (各季節の湖心サンプルを用いた実験)

### 有機物の起源別割合

溶存態有機物の由来は、植物プランクトンが16%、河川が22%、底泥が12%で、湖内に起因するものの割合が半分以上を占めました。

湖沼において植物プランクトンによる有機物の生産量や分解速度を安定同位体<sup>13</sup>Cを用い実験的に求めた研究例は初めてで、このことにより植物プランクトンが水質に与える影響を定量的に議論できるようになりました。



霞ヶ浦の有機炭素の起源別割合