

水の有機物指標の概要

水中の有機物指標の概要を紹介します。

概 要

水中には、炭水化物（セルロース、糖類等）、蛋白質（ポリペプチドを含む）、油脂類、有機酸（アミノ酸、核酸、酢酸、脂肪酸など）、これらの分解産物や中間体あるいは難分解性有機物といわれるフミン質など、多種多様な有機物が存在します。現在、水中の有機物量の指標には、BOD（生物化学的酸素要求量）、COD（化学的酸素要求量）、TOC（全有機炭素）、TOD（全酸素要求量）が使用されています。日本では、水質汚濁に係わる環境基準などの法規制には、湖沼・海域等ではCOD、河川ではBODが用いられています。また、平成15年5月には、水道法の水質基準項目として過マンガン酸カリウム消費量（CODと類似の指標）に代えて、TOCが用いられることになりました。

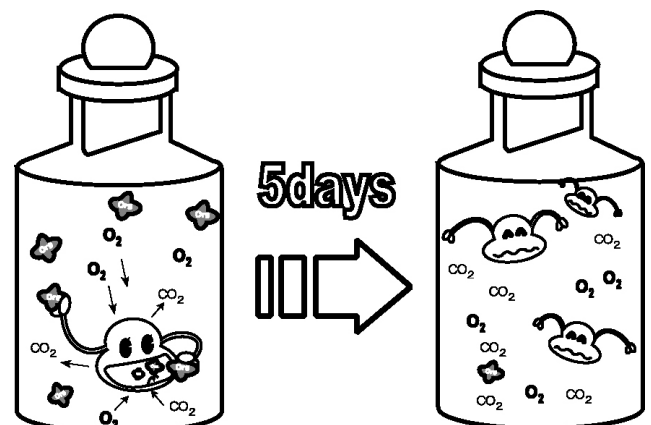
水中の有機物は、一般に、植物プランクトンの増殖、波浪等による濁りの発生（土壌粒子は有機物を含んでいる）、動植物の分解によって溶出・分散する有機物の増加、陸域から有機物が流入したとき等に増加します。逆に、植物プランクトンの減少、濁りの沈降、微生物によって有機物が分解され無機化されたとき等に減少します。

BOD

BOD（生物化学的酸素要求量, Biochemical Oxygen Demand）とは、有機物を含む水を、20℃、好気的環境下において5日間培養し、好気的微生物（バクテリアなど）が有機物を分解する際に（呼吸によって）消費する酸素量のことです。従って、微生物によって利用されやすい有機物量を示す指標とされています。本指標は、自然界における好気性微生物による酸素消費を実験的に再現しているとも見ることができるため、BODが高い水系では、

水中の溶存酸素が消費されやすい環境であると言えます、その水系は嫌気化が進行しやすいとも考えられます。

なお、本指標では、有機物以外でバクテリアに消費される物質（亜硝酸など）もBOD値に反映されます。



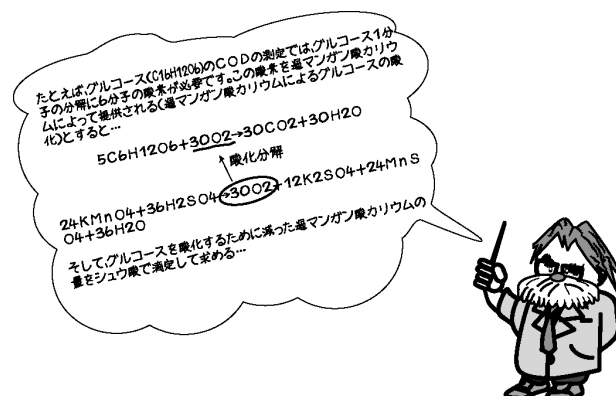
水の有機物指標の概要

COD

COD（化学的酸素要求量, Chemical Oxygen Demand）とは、水中の被酸化性物質が酸化剤によって酸化されるときに消費する酸素量のことです。河川水や湖沼水に含まれる被酸化性物質の多くが有機物であることから、本指標は有機物量の指標として使用されていますが、有機物以外の被酸化性物質も酸素要求量に反映されます。酸化剤には、日本では、過マンガン酸カリウム(KMnO_4)が用いられており、米国では重クロム酸カリウムが用いられています※。

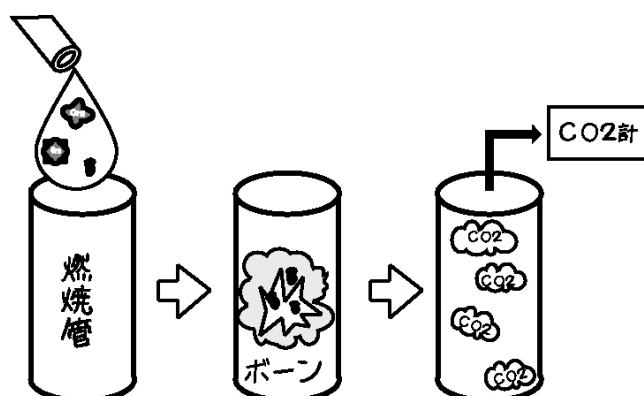
※酸化剤

日本で広く用いられている過マンガン酸カリウムの酸化力はあまり強いものではなく、有機物の種類によって、有機物量と酸素要求量の相関が異なります。米国で用いられている重クロム酸カリウムの酸化力は強力であるため、水中の有機物の90%以上が分解され、酸素要求量に反映されると言われています（実験廃液に有毒なクロムが含まれることが問題視されています）。



TOC

TOC（全有機炭素, Total Organic Carbon）は、水中の有機物量を、炭素濃度として表現する指標です。本指標は、水中の有機物を分析装置内で高温燃焼または湿式酸化により分解させ、発生する二酸化炭素量を検出器で定量することにより得られます。BODやCODの値が、生物や酸化剤の能力に影響を受けるのに対して、TOCは、有機物量が直接表現されるため、量的指標として優れています。



TOD

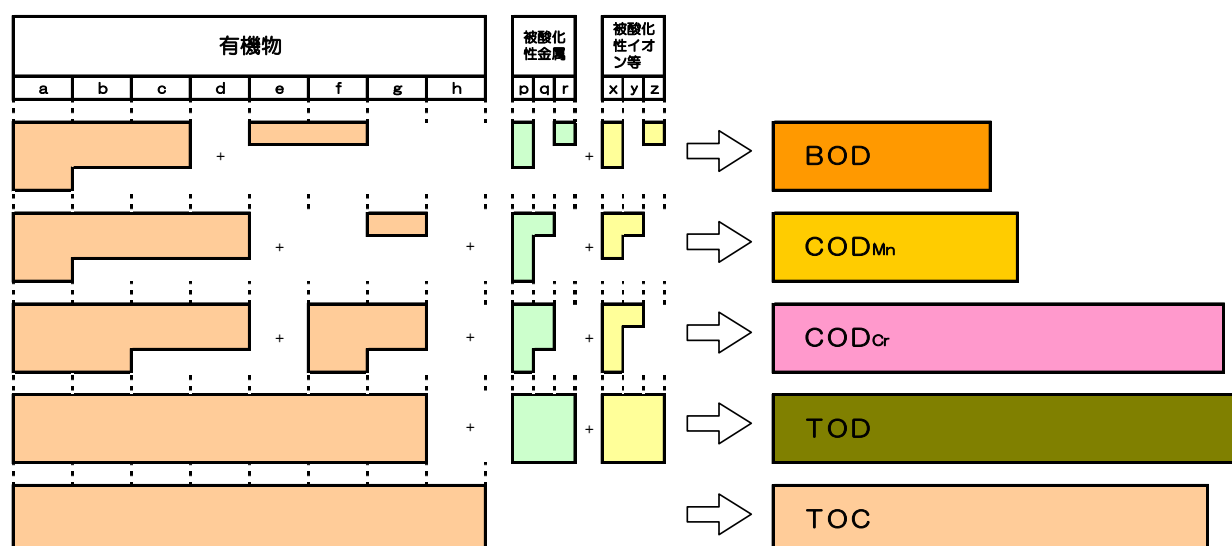
TOD（全酸素要求量, Total Oxygen Demand）は、試料水に含まれる被酸化性物質の総量を酸素量として表現する指標です。本指標は、被酸化性物質を含む水を分析装置内で高温燃焼（酸化）させた際に、酸化に使われた酸素量を検出器で定量することにより得られます。試料中の被酸化性物質の総量を知るときに使用します。試料水中の被酸化性物質がほとんど有機物で有る場合には、有機物量を反映した値が得られます。

水の有機物指標の概要

各有機物指標の構成イメージ

前記のように、各有機物指標は、それぞれの分析手法上の制約により、必ずしも有機物量を全て表現しているとは限りません。例えば、CODなら、分解時に使用する酸化剤（過マンガン酸カリウム等）の酸化力に依存して、検出可能な有機物が制約を受けます。また、TOC以外の有機物指標は、水中の被酸化性物質が酸化される時に消費される酸素量を指標値とするため、有機物以外の被酸化性物質、例えば2価鉄（被酸化性金属）、亜硝酸イオン（被酸化性イオン）等が酸化されるときに消費する酸素量も分析値に現れます。

これらイメージを、おおよその量的関係を含めて模式図に表現しました。



<物質の特性例>

a : どの指標にも全量がカウントされる有機物

b : BOD、COD_{Mn}では感度が低い、COD_{Cr}、TOD、TOCでは全量カウントされる有機物

c : BOD、COD_{Mn}、COD_{Cr}では感度が低い、TOD、TOCでは全量カウントされる有機物

d : BODにはカウントされず、COD_{Mn}、COD_{Cr}では一部がカウントされ、TOD、TOCでは全量カウントされる有機物

e : BOD、TOD、TOCではカウントされるが、COD_{Mn}、COD_{Cr}でカウントされない有機物

f : BOD、COD_{Cr}、TOD、TOCではカウントされるが、COD_{Mn}でカウントされない有機物

g : COD_{Mn}でごく一部が、COD_{Cr}では一部がカウントされる有機物

h : TOCのみでカウントされる有機物

※COD_{Cr}やTODがTOCより高い値となっていますが、実際の自然水では、有機物量がその他の被酸化性物質より非常に多いため、値が逆転することはまれです。

各有機物指標の構成イメージ図