

・ Ammonia Nitrogen (NH_4)

$$S_{8j} = a_{\text{NC}} f_{\text{NH}_3} (k_{1\text{R}} \theta_{1\text{R}}^{T-20} + k_{1\text{D}}) [\text{P}_c] - k_{68} \theta_{68}^{T-20} [\text{DON}] \frac{[\text{P}_c]}{k_{\text{mP}_c} + [\text{P}_c]} + k_{78} \theta_{78}^{T-20} [\text{PON}] \frac{[\text{P}_c]}{k_{\text{mP}_c} + [\text{P}_c]} - k_{89} \theta_{89}^{T-20} [\text{NH}_3] \frac{[\text{DO}]}{k_{\text{nit}} + [\text{DO}]} - \alpha_{\text{NH}_3} (G_{1j}) [\text{P}_c] + \text{NH}_3 \text{ FLX/H}$$

呼吸・死滅による回帰 DONの無機化 PONの無機化

nitrification 摂取 溶出

(15)

・ Nitrite/Nitrate Nitrogen ($\text{NO}_{2,3}$)

$$S_{9j} = k_{89} \theta_{89}^{T-20} [\text{NH}_3] \frac{[\text{DO}]}{k_{\text{nit}} + [\text{DO}]} + k_{90} \theta_{90}^{T-20} [\text{NO}_{23}] \frac{k_{\text{NO}_{23}}}{k_{\text{NO}_{23}} + [\text{DO}]} - (1 - \alpha_{\text{NH}_3}) a_{\text{NC}} (G_{1j}) [\text{P}_c]$$

nitrification denitrification 摂取

(1)

アンモニア態窒素と硝酸態窒素が同時に利用可能な場合、植物プランクトンはアンモニア態窒素をより好んで摂取する。このためアンモニア態窒素選択係数 α_{NH_3} を次式で定義する。

$$\alpha_{\text{NH}_3} = [\text{NH}_3] \frac{[\text{NO}_{23}]}{(k_{\text{mN}} + \text{NH}_3)(k_{\text{mN}} + \text{NO}_{23})} + [\text{NH}_3] \frac{k_{\text{mN}}}{(\text{NH}_3 + \text{NO}_{23})(k_{\text{mN}} + \text{NO}_{23})} \quad (17)$$

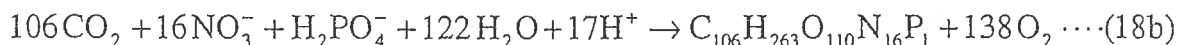
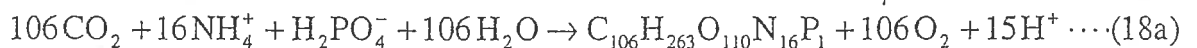
ここで、 $k = 0.015 \text{ mg N/L}$ とした。

5) 溶存酸素循環

河口域での溶存酸素の解析に関しては多くの研究がなされてきた (O'Connor and Thomann, 1972; O'Connor, 1983)。それらの長い応用研究の蓄積から酸素要求物質の指標として C B O D (Carbonaceous Biochemical Oxygen Demand) が用いられてきた。

これは下水及び工場排水からの種々の有機物質が混在する水域での複雑な酸化・分解過程を単純かつ総合的に表現する方法として適切であると考えられている。

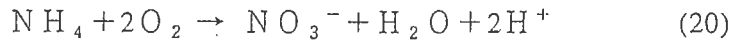
光合成による炭素固定の結果溶存酸素が形成されるが、さらにアンモニア態窒素が欠乏した後植物プランクトンが硝酸態窒素を利用することにより酸素生成が付加される。この余分の酸素生成は植物プランクトンバイオマスが Redfield 比を持っていると仮定した次式(18a)と(18b)を比較することにより明かとなる。



飽和溶存酸素以下の場合は大気から海へ酸素移動が生じるが、その飽和溶存酸素濃度は水温と塩分の関数で次式のように与えられる (Hyer et al., 1971)。

$$DO_{sat} = 14.6244 - 0.367134T + 0.0044972T^2 - 0.0966S + 0.00205ST + 0.0002739S^2 \quad (19)$$

溶存酸素の消費は呼吸、CBOD分解、底泥による酸素要求及び nitrification、すなわち



により行われる。

・ Dissolved Oxygen (DO)

$$S_{12j} = \underbrace{\alpha_{NH_3} a_{oc} G_{1j}[P_c]}_{\text{光合成}} + \underbrace{(1 - \alpha_{NH_3}) G_{1j}[P_c]}_{\text{海表面交換}} + k_a \theta_a^{T-20} (DO_{sat} - [DO]) - \underbrace{a_{oc} k_{1R} \theta_{1R}^{T-20} [P_c]}_{\text{呼吸}} - \underbrace{2a_{ON} k_{89} \theta_{89}^{T-20} [NH_3]}_{\text{nitrificationによる消費}} \frac{[DO]}{k_{nit} + [DO]} - \underbrace{k_d \theta^{T-20} [CBOD_5]}_{\text{CBOD分解による消費}} \frac{[DO]}{k_{BOD} + [DO]} BOD_{U5} - \underbrace{SOD \theta_{SOD}^{T-20}}_{\text{底泥による消費}} \frac{[DO]}{k_{SOD} + [DO]} \quad (21)$$

酸素要求物質である有機炭素の指標としてここではCBOD (Carbonaceous 5-day Biochemical Oxygen Demand) を用いている。このCBODの供給源としては人為的負荷に加えて植物プランクトンの増殖・死滅の結果としてもたらされる粒子態炭素が挙げられる。

一方、CBODの消費としては有機物質の酸化



及び denitrification



によってもたらされる。

底泥の酸素要求 (SOD) は底泥表面上の粒子態有機炭素の分解に必要な海水から底泥への酸素消費を示している。このSODは生物過程を経由した反応 (例えばメタン生成・消費) や無機反応 (例えば硫化物の酸化) を通して行われる。もしこのSODが海水中のDOを完全に消費しつくす量以上あった場合は、余分のSODはCBODの溶出という形で海水中へ放出される。

・ Carbonaceous 5-day Biochemical Oxygen Demand (CBOD)

$$\begin{aligned}
 S_{11j} = & a_{oc} k_{1D} \frac{[P_c]}{BOD_{U5}} - k_d \theta_d^{T-20} [CBOD_5] \frac{[DO]}{k_{BOD} + [DO]} \\
 & \text{死滅による生成} \qquad \qquad \qquad \text{分解} \\
 & - \frac{5}{4} a_{oN} k_{90} \theta_{90}^{T-20} [NO_{23}] \left[1 - \frac{k_{NO_{23}}}{k_{NO_{23}} + [DO]} \right] / BOD_{U5} \qquad (24) \\
 & \qquad \qquad \qquad \text{denitrification} \\
 & + SOD \theta_{SOD}^{T-20} \left[1 - \frac{[DO]}{k_{SOD} + [DO]} \right] / BOD_{U5}
 \end{aligned}$$

底泥からの溶出と消費

本モデルにおいては有機炭素 (TOC) とCBODとの関係は次式により与えられている。

$$TOC = P_c + 1 / a_{oc} CBOD_5 \cdot BOD_{U5} \qquad (25)$$

ここで a_{oN} = 酸素 / 炭素比 (mgO / mgC)

P_{oc} = 植物プランクトンバイオマス (mgC / L)

$CBOD_5$ = モデル内部での計算された5-day CBOD

BOD_{U5} = ultimate CBOD / 5-day CBOD = 3.0