

# 通気による水中への酸素溶入について

佐々木 道也

養魚池等において酸素不足解消の一方法として、通気をおこなうことが多いが、しかし効果的な通気方法等に関する報告は少ない。

ここでは養魚家が比較的容易に利用できるような、通気による水中への酸素溶入についての一般則を求め、適正な酸素供給技術の導入を目的として試験をおこなったので、その結果を報告する。

## 実験方法

水中への通気はロータリー・コンプレッサー（通気量 10～12 l/min）を用い、散気板は直径約 2 cm のろ過板付ガス噴射管 G1（100～120 μ）、G2（40～50 μ）、G3（20～30 μ）および G4（5～10 μ）を用いておこなった。水中の酸素量の測定には、溶存酸素メーターを自動記録計に接続しておこなった。この場合容器内の水は常によく混合されるようにした。

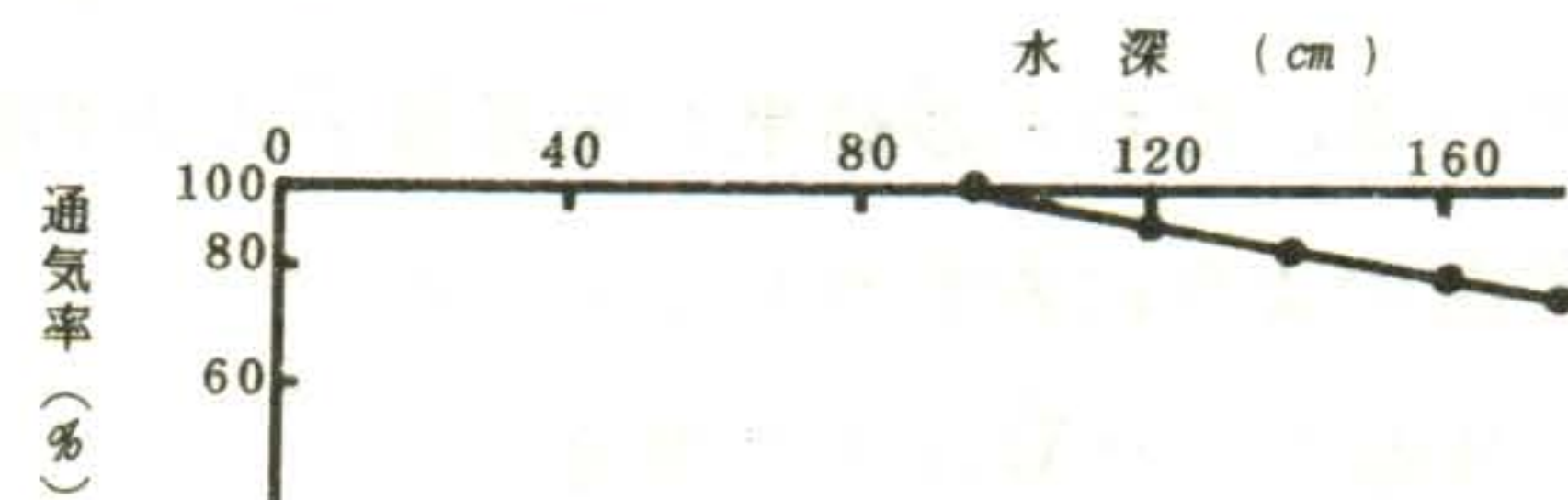
水中への酸素溶入量についての比較検討は  $\frac{dC}{dt} = K(C_s - C)$ （但し、K：酸素溶入係数、 $C_s$ ：酸素飽和量、C：t時に溶存する酸素量）の式から K を求めることによっておこなった。(1)

## 実験結果および考察

第1図 水深と通気量との関係

### (1) 散気板の設置深度と通気量

コンプレッサー等の通気圧が一定の時散気板の設置される深さによって、通気量が異なることが予想される。そこでこれらの関係を G3 を用い、通気量 118 cc/min の条件のもとで求めた。第1図がその結果であるが、これによると通気圧が十分強い時は深さに関係なく通気量は



一定であるが、それ以下になると散気板の設置深度と通気量との関係は片対数グラフで直線を示しながら減少する。したがって効果的な通気をおこなおうとする場合、通気圧を十分考慮した上で散気板の設置する深さを決める必要がある。

### (2) 散気板の設置深度と溶入量

通気による水中への酸素補給は、散気板からの気泡の上昇途中におこなわれ、散気板が深い所に設置される程酸素の溶入量は大きいことになる。ここではこれらの関係を明らかにするために、次のような試験をおこなった。実験は G3 を用い通気量は毎分 171 cc とした。水温は全て 10.0 ± 0.5℃ として、水容積は 5,887 cc と一定にした。

結果は第2図に示したように、 $K = 0.0461D^{0.737}$  (但し、 $D$ :水深,  $cm$ )と表わされ、散気板が深い所に設置される程酸素溶入量は増加するが、その割合は次第に小さくなっている。

(3) 通気量と溶入量

水容積当たりの通気量と水中への酸素溶入量との関係を求めるために、5ℓ入り平底フラスコに水5,887ccを満し、G3を用いて次のような条件で試験をおこなった。散気板は水深17.5cmのところに設置し、水温は $11.4 \pm 0.5$ とした。実験結果は第3図に示したようになり、近似的に $K = \frac{Q}{10.84Q + 0.32}$  (但し、 $Q$ :水容積当たりの通気量,  $cc/min/cc$ )と表わすことができる。この曲線は $K=1$ を漸近線とするので、水容積当たりの通気量を大きくしても、酸素の溶入する割合は次第に小さくなるものと思われる。

(4) 水温と溶入量

実験は5ℓ入り平底フラスコに水5,887ccを満し、G3を用いておこなった。G3の設置水深は17.5cm通気量は毎分143ccと一定とした。結果は第4図に示したように水中への酸素溶入量は水温の上昇に伴って増加するが、水温 $10^{\circ}C$ 以上では溶入量は一定となっている。これらの結果から水温と $K$ との関係は近似的に次のように表わされる。

① 水温が $10^{\circ}C$ 以下の場合

$$K = \frac{T}{16.58T + 92.44} \quad (\text{但し, } T: \text{水温, } ^{\circ}C)$$

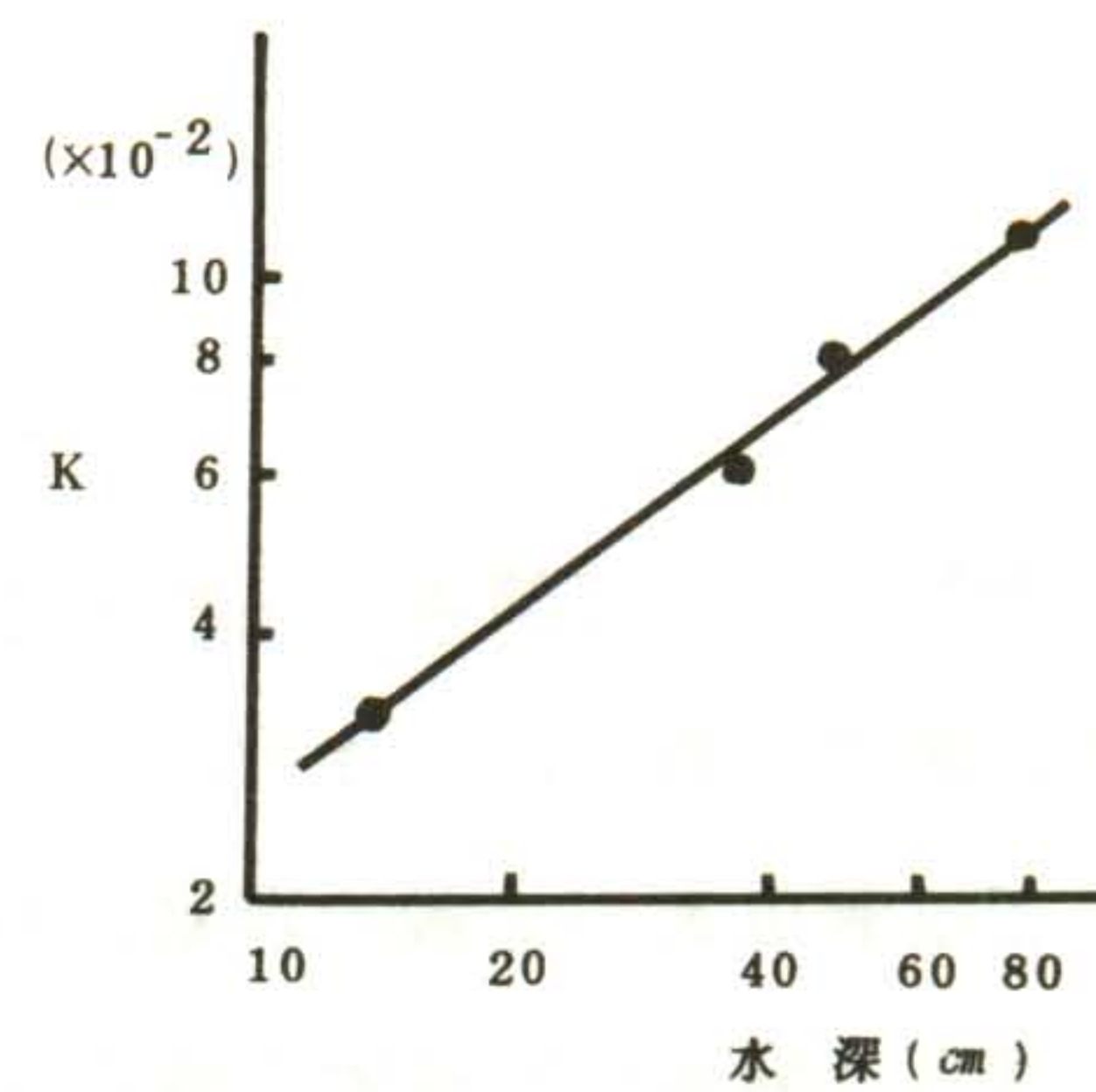
② 水温が $10^{\circ}C$ 以上の場合

$$K = 0.0387$$

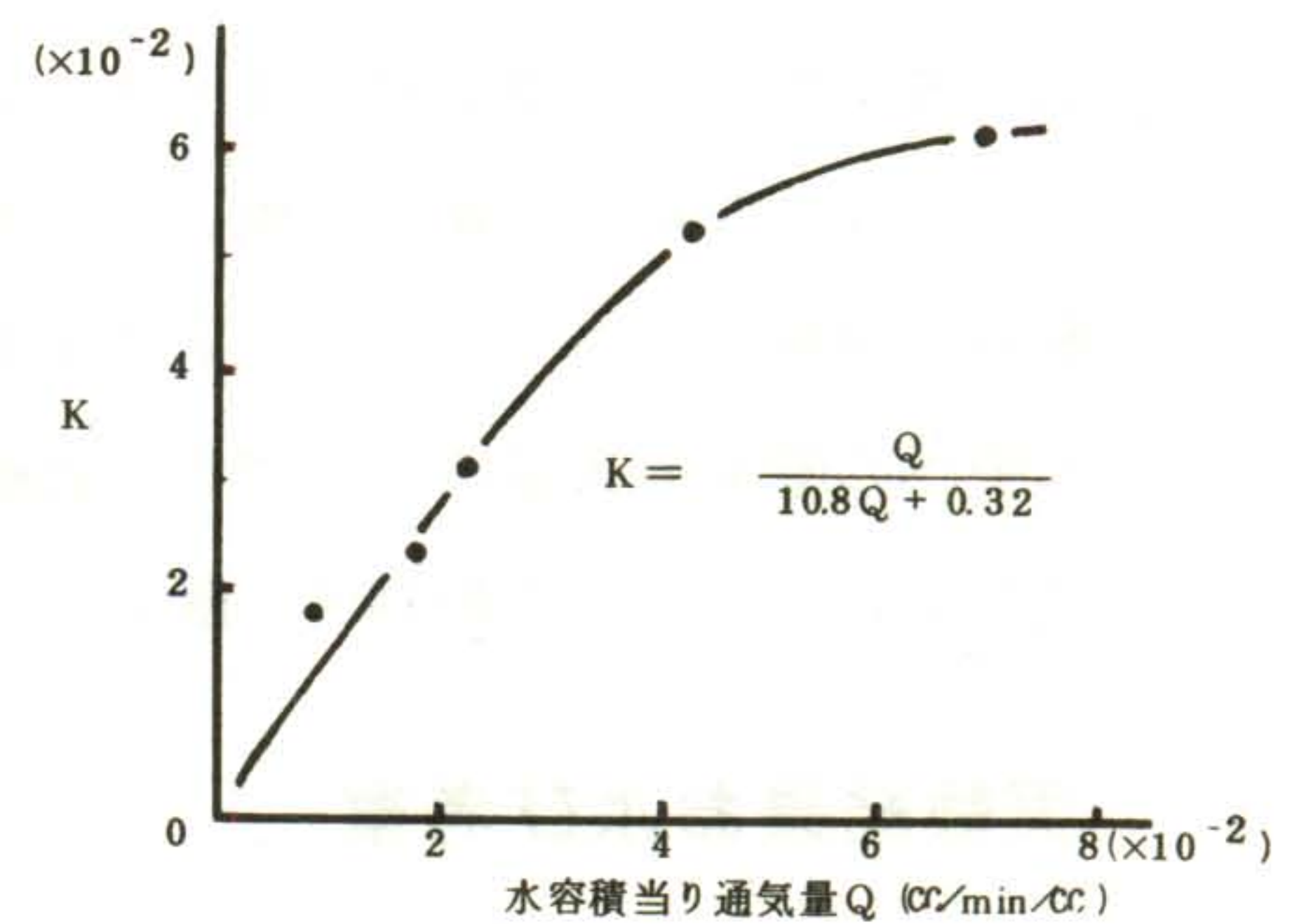
(5) 散気板の孔径と溶入量

散気板の孔径によって生ずる気泡の大きさが異なりその結果水中への酸素溶入におよぼす影響は大きいものと思われる。そこでこれらの関係を求めるために、G1, G2, G3およびG4を用い次のような条件のもとで実験をおこなった。5ℓ入り平底フラスコに水

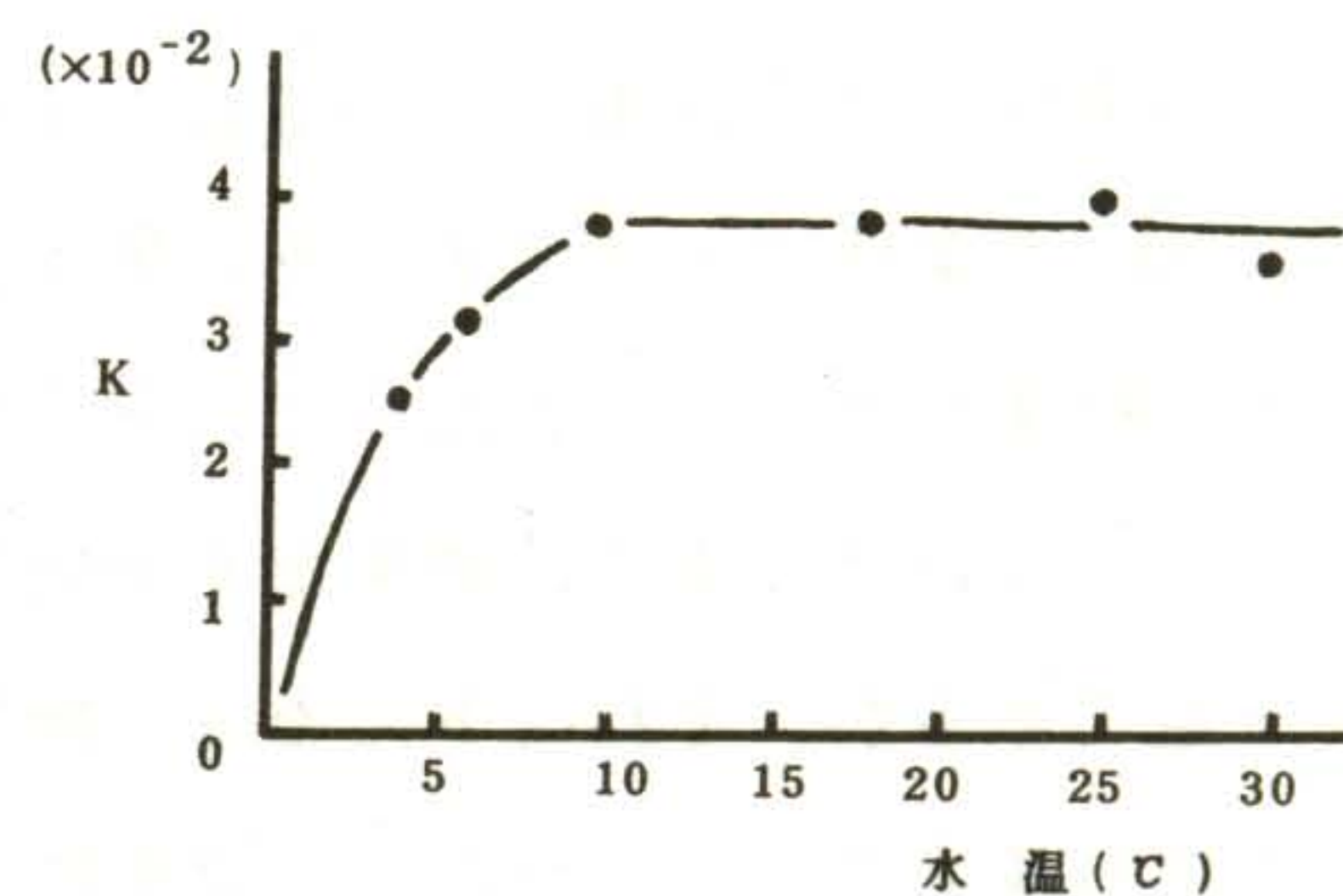
第2図 Kと水深との関係



第3図 Kと水容積当たりの通気量との関係

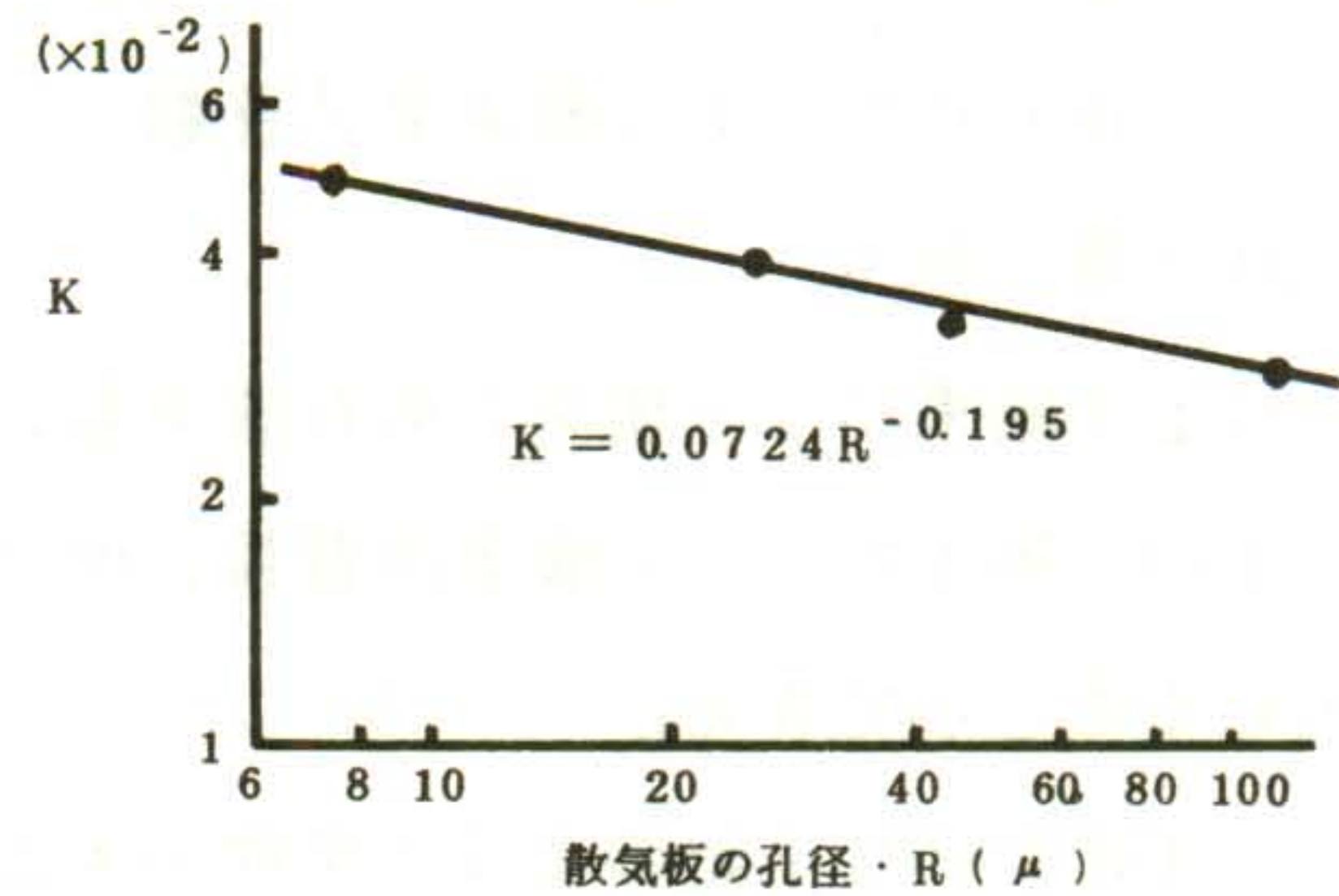


第4図 Kと水温との関係

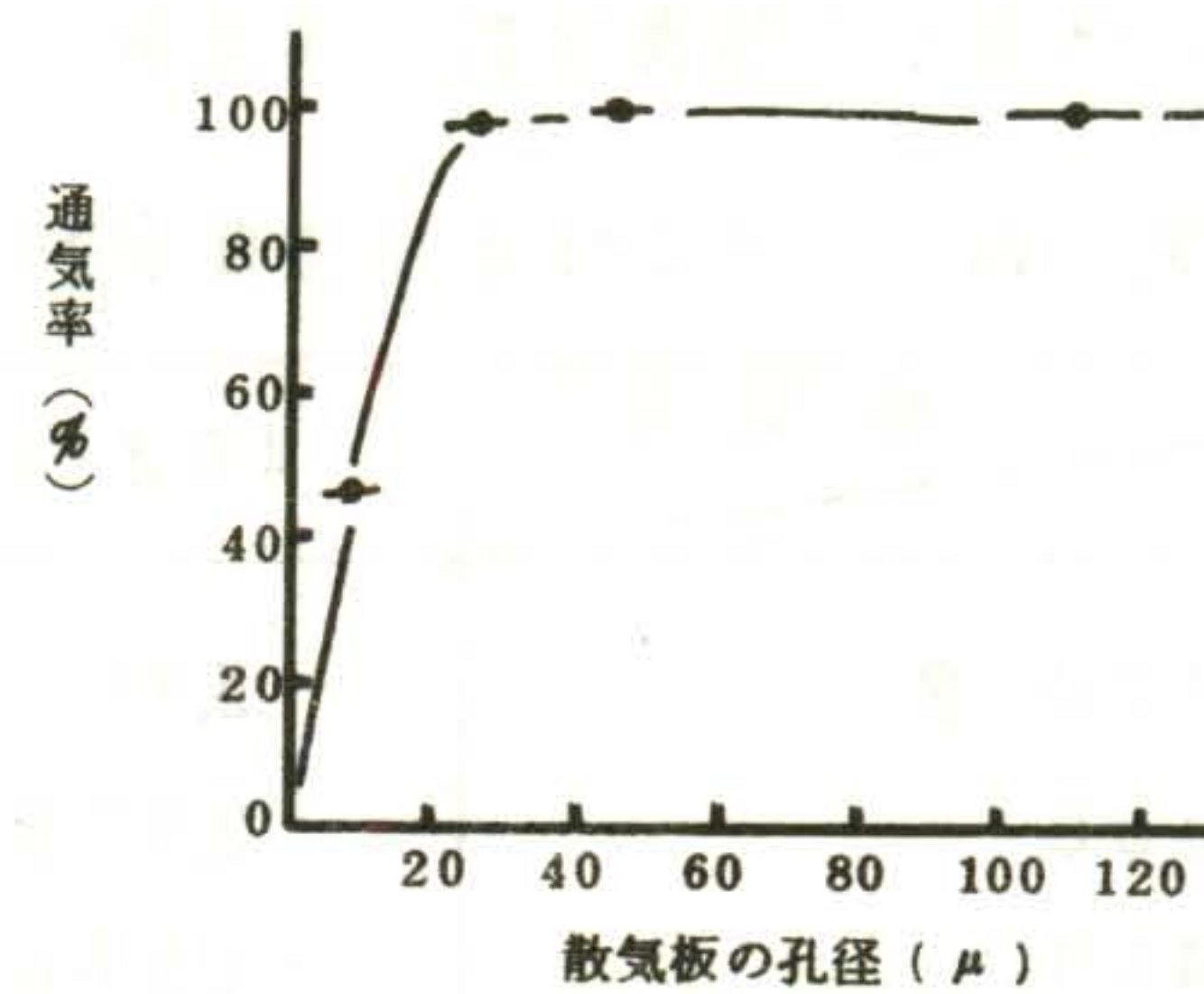


5.887 ccを満し、通気量 143 cc/min, 水温 10.0 ± 0.5 °Cとし、散気板は水深 17.5 cmのところに設置した。結果は第5図のようになり近似的に  $K = 0.0724 R^{-0.195}$  (但し, R : 散気板の孔径  $\mu$ ) と表わすことができる。これによると孔径が小さいもの程水中への酸素溶入の効果があがるものと思われるが、孔径 40  $\mu$  以上では顕著な差がみられず、効率のよい散気板の孔径は 40  $\mu$  前後と推測される。なお、一般に市販されている観賞魚用水槽に用いられる air stone の孔径は、40 ~ 50  $\mu$  前後であった。この実験結果によれば効率のよいものと考えられる。

第5図 Kと散気板の孔径との関係



第6図 散気板の孔径と通気量との関係



(6) 散気板の孔径と通気量

前項では散気板の孔径が小さい程酸素の溶入量が大きいかを述べた。しかし、コンプレッサー等の通気圧が十分強くない場合には孔径が小さい程通気量が少なくなることが予想され、実際の使用に際しては一概に孔径が小さいもの程効率がよいとはいわれないものと考えられる。これらの関係を求めるために通気量 52.3 cc/min, 散気板の設置水深を 24.6 cm という条件で G1, G2, G3 および G4 を用いて実験をおこなった。結果は第6図に示したとおりである。コンプレッサー等の性能によって多少の差異がみられるものと思われるが、一般的傾向としては図のような関係が成り立つものと推測される。したがって実際に使用する場合には、コンプレッサー等の性能を十分検討した上で、散気板の設置深度を決める必要がある。

(7) Kの一般式

水中への酸素の溶入については以上述べた条件の他に、散気板の大きさ、水質、気泡の上昇速度等にも影響を受けるものと考えられこれだけで十分とはいわれないと思う。しかし、既に述べたようにここでは養魚家等が容易に用いられることを主な目的としたので、これ以上詳細な条件設定はおこなわなかった。

以上の実験結果により、Kの一般式は次のように表わされる。但し、この場合水は常によく混合されているものとする。

① 水温が 10 °C 以下の場合

$$K = 5.44 D^{0.737} \cdot R^{-0.195} \left( \frac{T}{16.58T + 9.244} \right) \left( \frac{Q}{10.84Q + 0.32} \right)$$

② 水温が10℃以上の場合

$$K = 0.211D^{0.737} \cdot R^{-0.195} \left( \frac{Q}{10.84Q + 0.32} \right)$$

但し、D：水深，cm R：散気板の孔径，μ T：水温，℃ Q：水溶積当りの通気量，  
cc/min/cc K：酸素溶入係数

(8) 計算例

以上の結果により現場の溶存酸素量，酸素飽和量等が判れば， $\frac{dc}{dt} = K(C_s - C) - Z$ （但し，Z：生物，無生物による酸素消費量，cc/l/min）からZに対する通気量，又は通気量に対するZを求めることができる。

コイについて下記のような条件のもとで，通気量と放養尾数との関係を求めてみた。

コイの水温別および体重別の酸素消費量を流水式測定法で求めた結果  $R = 0.0477e^{0.1028T}W^{0.665}$

（但し，R：酸素消費量，cc/h T：水温，℃ W：体重g）となった。又，コイが正常な成長をおこなうためには3.0cc/l以上の酸素量が必要とされている。(2) 水温30.0℃，5×5×2mの池で孔径40μの散気板を水深2mの位置に設置し，水中の酸素量を3.0cc/lに保とうとする場合，コイの体重別の放養尾数と通気量との関係は第1表のようになる。

第1表 コイの体重別放養尾数と通気量との関係についての一例

体 重	通 気 量			
	40 l/min	80	120	160
100 g	3,950 尾	7,720	11,320	14,670
200	2,520	4,920	7,220	9,360
400	1,570	3,070	4,500	5,840
600	1,170	2,280	3,350	4,340
800	960	1,870	2,740	3,550
1,000	880	1,710	2,510	3,250

参 考 文 献

- (1) 橘高二郎：1959 ハマチの養殖について 水産増殖 Vol. 7 No. 1 18~23  
 (2) 浜田篤信・津田勉・狩谷貞二：1966 網生す養鯉に関する研究—I 茨城県霞ヶ浦北浦水産事務所調査研究報告 No. 8 49