

短報 - 1

異臭魚の着臭等に関する一考察

佐々木 道也

はじめに

最近各地の浄水場で、カビ臭など飲料水の異臭が大きな問題となっている。

霞ヶ浦でも、近年水道水のカビ臭が取り上げられており、その原因物質は「2-MIB (2-Methylisoborneol)」と「Geosmin」の二種類であろうと報告されている⁽¹⁾⁽²⁾。

こうした着臭水の中で魚類等が生息している場合、水中の異臭物質が魚類等へ着臭するなどの影響をおよぼすことは十分考えられる。

そこでここでは、これら異臭物質の魚類等への着臭の影響について、コイを用いて二三の実験を試みたのでそれを報告する。

1. 方法

試験には全てコイを用い、着臭試験にはこれまでの報告⁽²⁾⁽³⁾から、「2-MIB」と「Geosmin」の二種類が関与しているものとして、これらの標準物質を使用した。

「2-MIB」、「Geosmin」の分析方法および抽出方法は以下によった。

(1) 分析方法

「2-MIB」と「Geosmin」の分析は、ガスクロマトグラフ（検出器 FID）を用い、下記の条件によった。

カラム : 10% SE-30/クロモゾルブ W

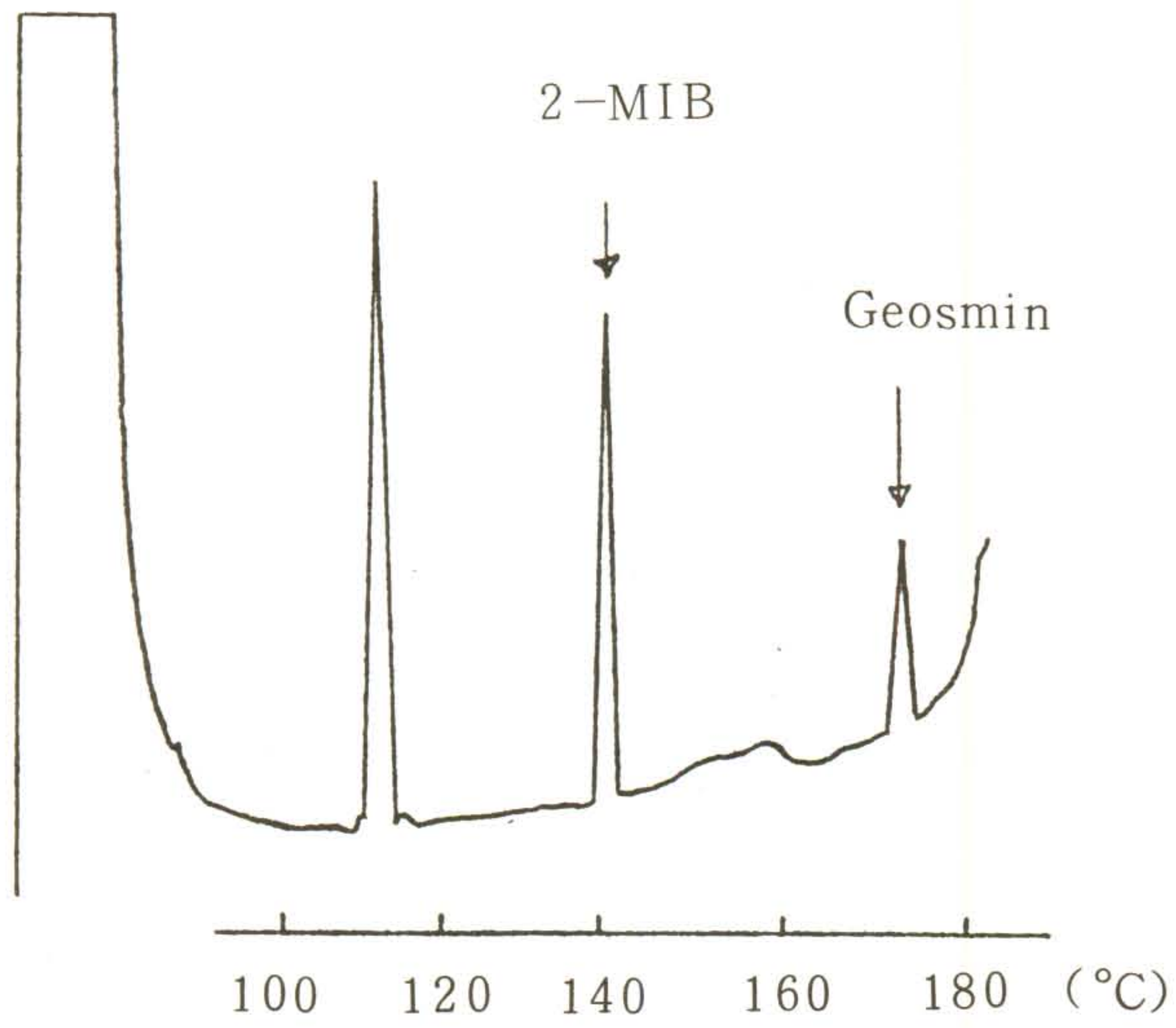
AW-DMCS 100-120 メッシュ

2 m × Φ 2 mm ガラスカラム

キャリアガス : ヘリウム (30 ml/分)

温度 : 80-180 °C (4 °C/分)

この条件で、標準物質を用いて分析した結果が第1図である。

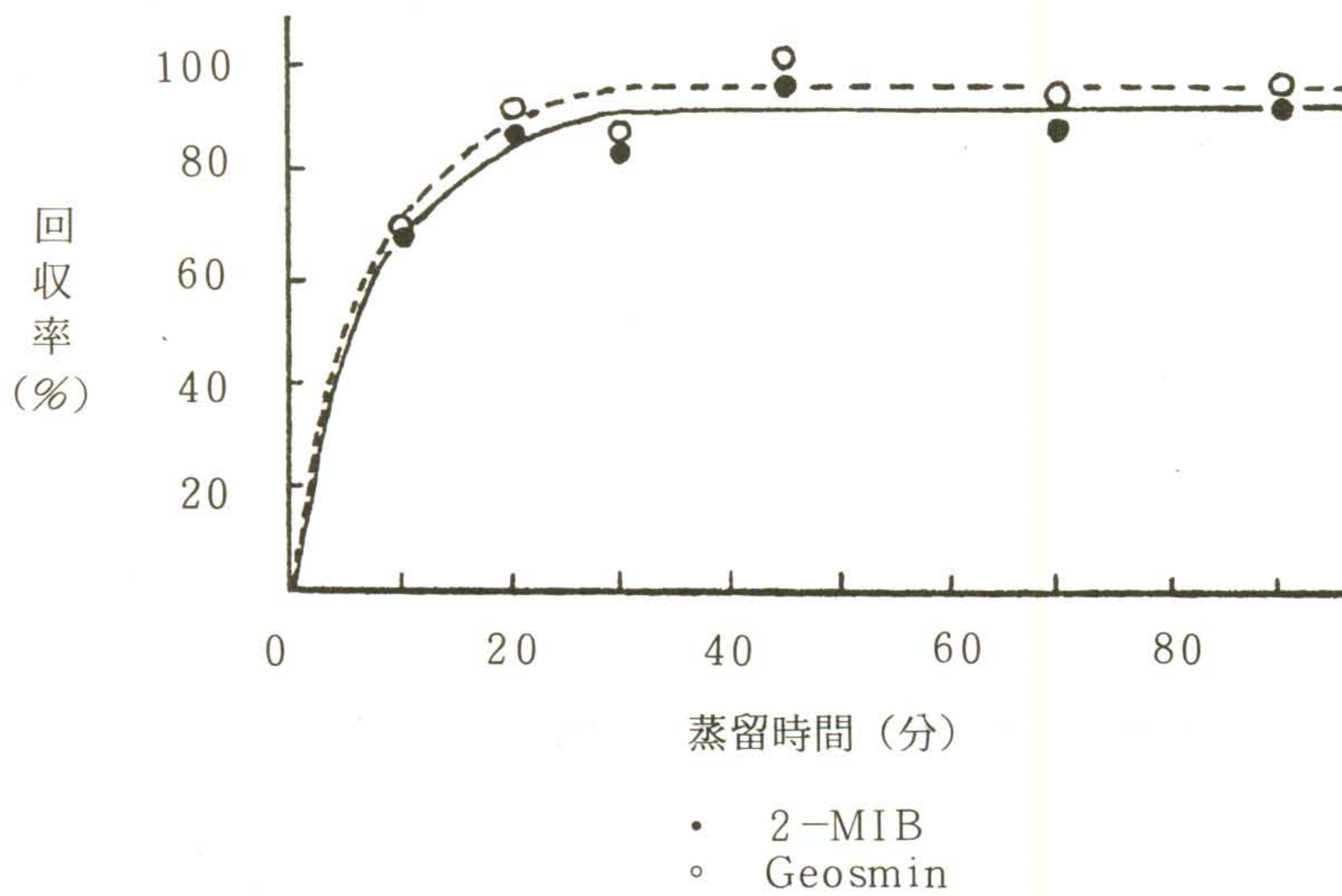


第1図 ガスクロマトグラフ分析例

(2) 抽出方法

「2-MIB」と「Geosmin」は、バージトラップ装置を用いた連続蒸留溶媒抽出法⁽⁴⁾によった。なお、溶媒には n-ペンタンを用いた。

第2図は、「2-MIB」と「Geosmin」の標準物質を、蒸留水と共に一定量ずつ添



第2図 蒸留時間と回収率

加し、バージトラップ装置による蒸留時間と、これら標準物質の回収率について検討したものである。

これによると約 20 分でいずれの物質も、平均 85 %の回収率であったので、これからの試験では、蒸留時間は全て 20 分とすることとした。

2. 結果及び考察

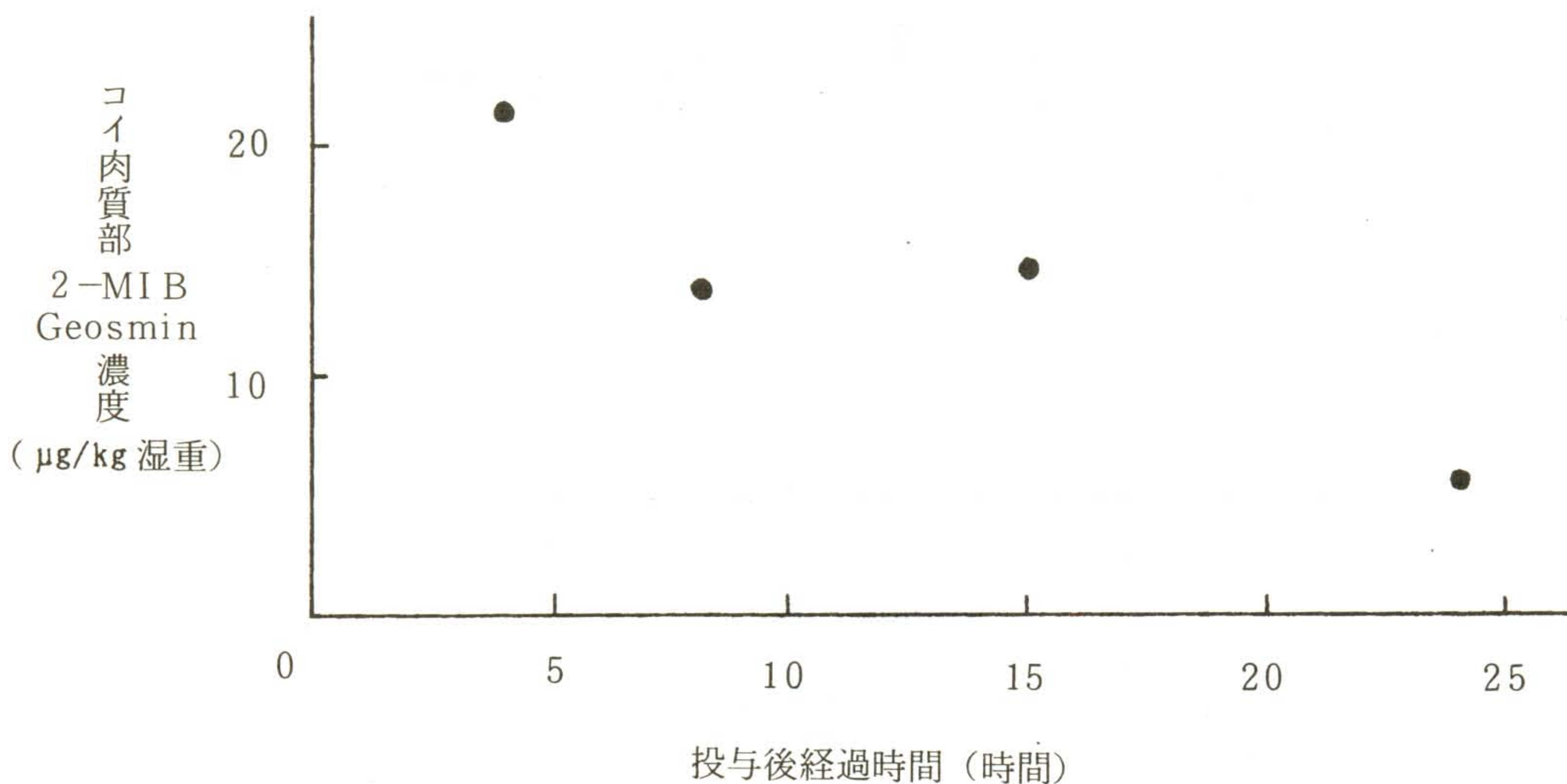
魚類への着臭は、餌料および鰓や体表面からおこることが考えられたので、これらについて検討した。

(1) 異臭餌料摂取と着臭

コイ用の粉末配合飼料に、「2-MIB」と「Geosmin」の標準物質を添加してよく混合し、試験用の餌料とした。

この餌料を平均体重約 74 g のコイに、注射筒にビニール管を接続したものを用いて、食道内に一定量押し込み、水温 17 ~ 18 °C の水槽に放養した。一定時間経過後に一尾ずつ取り上げ、消化管を絶対に傷つけることのないよう注意して、肉質の部分のみを採取した。

採取した肉質部は、直ちにバージトラップ装置を用いて、蒸留水と共に蒸留し、「2-MIB」と「Geosmin」の含有量を測定した。



第3図 「2-MIB」・「Geosmin」含有餌料の摂取と着臭

結果を第3図に示したが、餌料投与後4時間では、既に肉質部分に着臭している。しかし、その後の時間経過に伴い、その含有量は減少傾向にある。

この結果から、「2-MIB」や「Geosmin」の含まれている物を餌として摂取した場合には、短時間のうちに簡単に魚体に着臭するものと思われる。

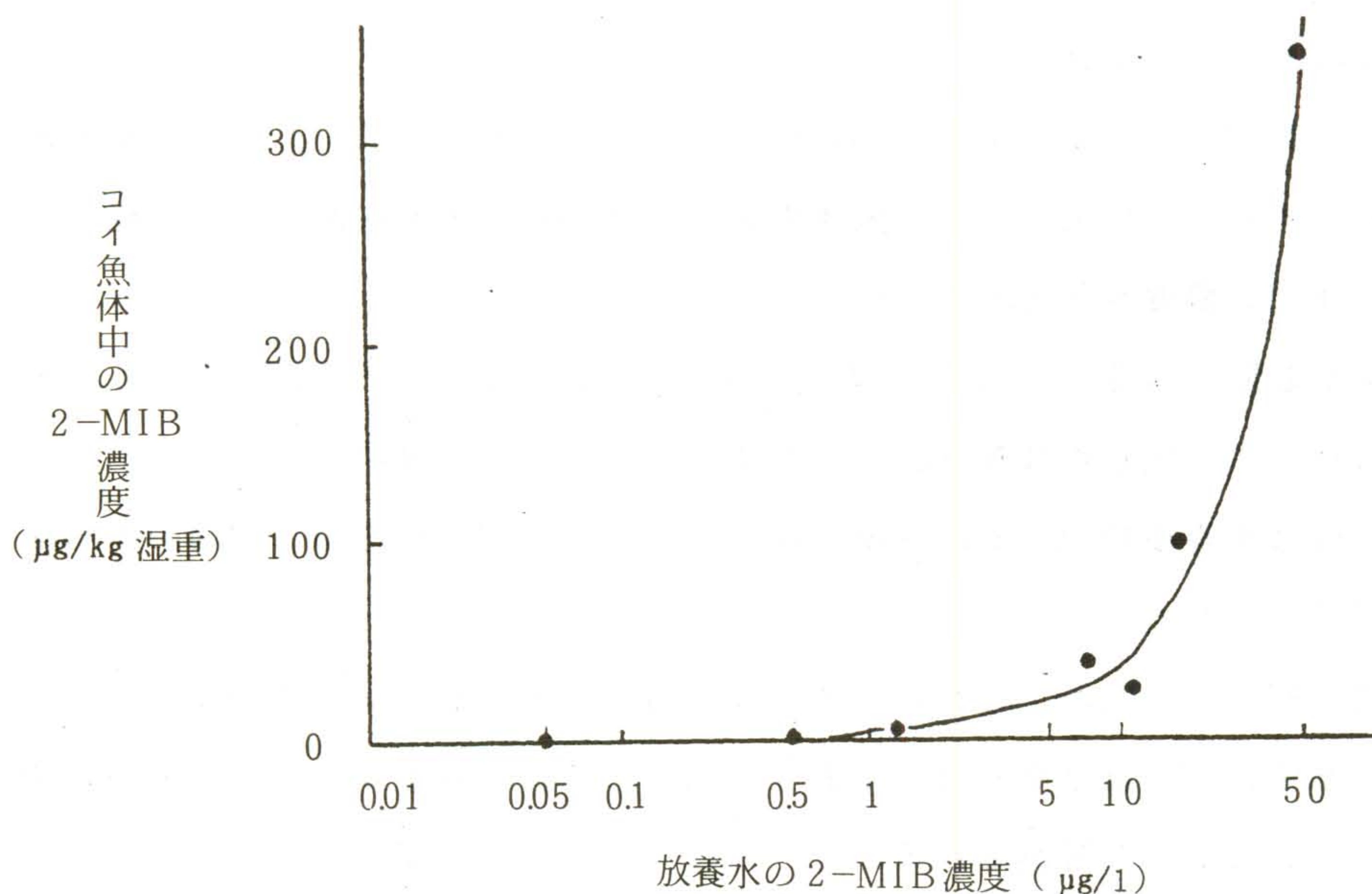
なお、この場合魚体への着臭量は、摂取した餌料に含まれている異臭物質の濃度や量に影響されるものと考えられる。

また、時間が経過するにつれて、着臭量が減少していることから、体内に蓄積された異臭物質は、比較的速やかに体外に排泄されていることが分かる。

(2) 環境水と着臭

環境水中に「2-MIB」と「Geosmin」が含まれている場合、そこに生息している魚類等への着臭について検討を加えた。

第4図は、種々の「2-MIB」濃度の水中に、平均体重約58gのコイを放養して、24時間後の魚体中の「2-MIB」の濃度を測定し、放養水中の「2-MIB」の濃度と、魚体への着臭量との関係を調べたものである。



第4図 放養水の「2-MIB」の濃度と24時間後の魚体への着臭量

なお、放養水の水温は約 24 °C、水量は約 40 ℓであった。また、この場合、実験中「2-MIB」の濃度調整は一切行なっておらず、ここでの濃度値は試験開始時のものである。

放養水中の「2-MIB」の濃度は、時間経過と共に変化することが容易に推測できることから、この値をもって放養水中の濃度とするのには問題があり、適当な表現ではないが、ここでは便宜的にこれを用いることとした。

これによると、放養水の「2-MIB」の濃度と、24 時間後の魚体への着臭量との関係は、次式で表わされる。

$$C_w = 2.65 C^{1.20} \quad (r = 0.97)$$

ただし、 C_w : 放養水の「2-MIB」の濃度 ($\mu\text{g}/\text{l}$)

C : 24時間後の魚体中の「2-MIB」の濃度 ($\mu\text{g}/\text{kg}$ (湿重))

(水温 : 約 24 °C)

このように、環境水中の「2-MIB」の濃度が高くなるにつれて、魚体への着臭量は、指数関数的に多くなっていく傾向がみられる。

この結果は、環境水中に「2-MIB」などの異臭物質が含まれている場合には、そこに生息している魚類等に簡単に着臭することが明らかである。

次に、低濃度の異臭物質が含まれている環境水中に、長く生息している場合の魚体への着臭状況について調べた。

試験は、「2-MIB」の濃度が 1.2 $\mu\text{g}/\text{l}$ の水中に平均体重約 41 g のコイを放養し、1日経過するごとに取り上げ、魚体中の「2-MIB」の濃度を測定して、経過日数に伴う魚体中の濃度変化を調べて行なった。

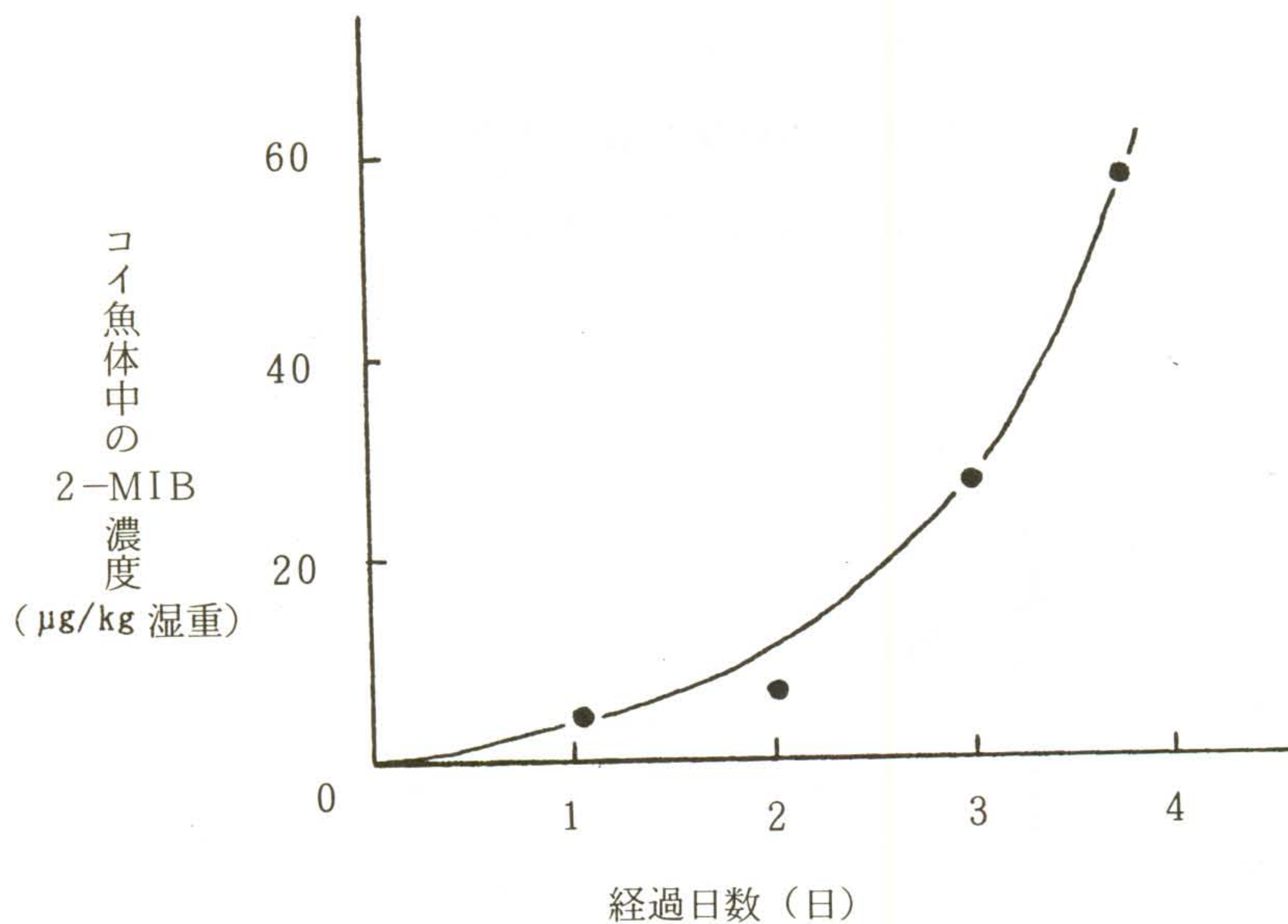
なお、試験期間中放養水中の「2-MIB」の濃度ができるだけ一定となるよう、毎日新しく調整して作成した放養水にコイを移し替えて試験を継続した。

また、試験は水容積約 40 ℓの水槽で僅かに通気しながら行ない、期間中の水温は約 24 °Cであった。

結果を第5図に示したが、これによるとコイ魚体中の「2-MIB」の濃度は、コイが長く着臭水中にいるほど高くなっており、水中の「2-MIB」が時間と共に魚体中に蓄積されているものと推測される。

この結果は、「2-MIB」などが水中にごく低濃度でしか存在していなくても、そ

ここに生息している魚類等は、異臭魚として取り扱われる可能性があることになる。



第5図 放養日数と「2-MIB」の魚体への着臭量

(3) 異臭魚からの退臭

先の、「2-MIB」と「Geosmin」を含有した餌を投与した実験で、投与後比較的短時間で、魚体中のこれら異臭物質の濃度が減少していることは既に述べた。

そこで、平均体重約 51 g のコイ 3尾を、「2-MIB」の濃度が 54.2 μg/l の水中に放養した。24 時間後、このうち 1尾の魚体中の「2-MIB」の濃度を測定したところ、339.9 μg/kg (湿重) の「2-MIB」を含有していた。したがって、残り 2尾の魚体中にも、同じ濃度の「2-MIB」を含有しているものとみなすことができる。

この 2尾を水容積約 40 ℓ の水槽に放養し、地下水を注入して流水とした。この時の置換率は約 2.6回/時、水温は約 18.4 °C であった。

こうして放養したコイを、5および 20 時間後に取り上げ、それぞれの魚体中の「2-MIB」の濃度を測定した。

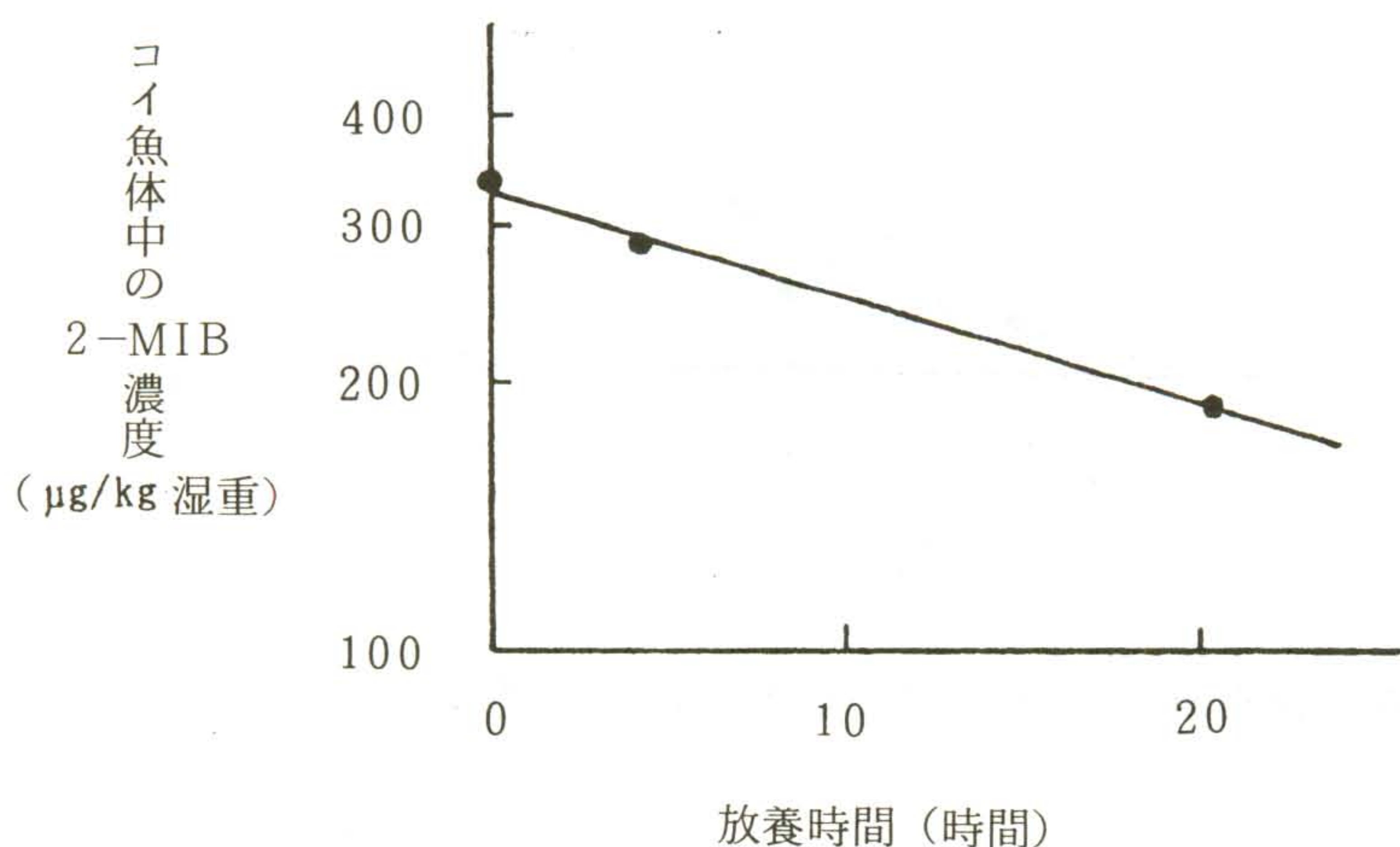
ところで、魚類に投与された薬物の魚体内での濃度変化は、片対数で直線として表わされるとされている⁽⁵⁾。

「2-MIB」などの異臭物質も同様の傾向を示すものとする、第6図に示したように次式で表わすことができる。

$$C_w = C_0 \cdot \exp(-0.672 \cdot D) \quad (\text{水温: 約 } 18.4 \text{ }^\circ\text{C} \cdot \text{流水})$$

ただし、 C_w : D 日における異臭物質の濃度

C_0 : D = 0 の時の異臭物質の濃度



第6図 放養時間と「2-MIB」の魚体内での変化

いま、コイの水温と代謝活動との関係は、 $Q_{10} = 2.8$ で表わされることから⁽⁶⁾、この異臭物質の体内からの排泄にもこの法則が適用できるものとする、上式は次のように示すことができる。

$$C_w = C_0 \cdot \exp[-3.713 \cdot \exp(-0.929T) \cdot D]$$

ただし、 C_w : D 日における異臭物質の濃度

C_0 : D = 0 の時の異臭物質の濃度

T : 水温

このように、魚体中に蓄積された異臭物質は、水温にもよるが流水中では比較的簡単に、体外に排泄されることが分かる

ところで、体外に排泄された異臭物質について若干検討してみた。

「2-MIB」を $3.53 \mu\text{g}$ 含有している体重 35 g のコイを、水容積約 4 l のビニー

ル袋に入れ、酸素ガスを封入して室温に放置した。

24 時間後、このコイの魚体と放養水の「2- MIB」の量を測定したところ、コイの魚体に 0.30 μ g、放養水に 2.75 μ g の「2- MIB」が存在していた。

いま、試験開始時の魚体に 3.53 μ g 含有していたことから、「2- MIB」はそのままの形で排泄されている可能性が強いものと思われる。

この結果は、異臭魚を蓄養している場合、蓄養池の水の交換が小さい時には、蓄養水中に排泄された異臭物質が、他の魚体に再び着臭する恐れがあることを示唆している。

したがって、異臭魚を蓄養する際には、先に述べた異臭物質の低濃度水中での、異臭物質の体内蓄積の問題も含めて、これらのことについて十分注意する必要がある。

3. 参考文献

- (1) 橋本徳蔵・他 (1978) : 日本の湖沼、貯水池におけるかび臭の実態、水道協会雑誌 No. 531
- (2) 杉浦則夫・他 (1979) : 霞ヶ浦から分離した放線菌の産生する臭気物質、用水と廃水 Vol. 21
- (3) 杉浦則夫 (1989) : 霞ヶ浦のカビ臭原因生物と環境要因、用水と廃水 Vol. 31
- (4) 青山 幹・他 (1985) : カビ臭物質の定量に関する研究、用水と廃水 Vol. 27
- (5) 尾崎久雄・池田弥生 (1979) : 魚類薬理学 I、 緑書房
- (6) 浜田篤信・他 (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 Vol. 8