海産動物飼育海水の循環濾過式浄化法 に関する研究—Ⅳ.

飼育魚による海水の汚濁, および循環濾過式飼育
水槽の安全収容量

平 山 和 次

(1965 年 9 月 27 日受理)

STUDIES ON WATER CONTROL BY FILTRATION THROUGH SAND BED IN A MARINE AQUARIUM WITH CLOSED CIRCULATING SYSTEM—IV.

RATE OF POLLUTION OF WATER BY FISH, AND THE POSSIBLE
NUMBER AND WEIGHT OF FISH KEPT IN AN AQUARIUM.

Kazutsugu HIRAYAMA*

In previous reports^{1) 2) 3)}, the relation between purification of breeding water of an aquarium with closed circulating system, structure of a filter and filtering velocity was studied by using the oxygen consumption during filtration (OCF) as an index in evaluating the degree of purification.

If fish are kept well in an aquarium for a long time, a balance must be established between purification of breeding water by filtration and pollution by excretion of fish and by feeding. Therefore, the oxygen consumption during filtration corresponds to the rate of pollution of breeding water.

The present studies were carried out to find out the change in the rate of pollution by fish cultured with or without feeding. Sea breams, *Chrysophrys major* were cultured in an experimental aquarium (Fig. 1), and OCF per unit time (mg/min) were measured under various culturing conditions.

The rate of pollution expressed in OCF (X mg/min) was found to have the following relation to the body weight of fish (B g) and to the amount of food per day (F g/day):

$$X = \sum_{j=1}^q (B_j^{0.544} \times 10^{-2}) + 0.051F,$$

where q is the number of fish.

From results of previous³⁾ and present studies, fish cultured in an aquarium must be kept well for a long time, if the following relation holds in that aquarium:

$$\sum_{i=1}^p \frac{10W_i}{\frac{0.70}{V_i} + \frac{0.95 \times 10^8}{G_i D_i}} \geq \sum_{j=1}^q (B_j^{0.544} \times 10^{-2}) + 0.051F,$$

where W , V , D , G and p represent area of filter bed (m^2), filtering velocity (cm/min), sand depth (cm), grain-size coefficient³⁾ and number of filter respectively. This relation was confirmed experimentally.

* 東京大学農学部附属水産実験所 (Fish. Lab. Fac. of Agric. Univ. of Tokyo, Chita, Aichi Pref.).

前報¹⁾²⁾³⁾において、汙過槽の構造、汙過速度と飼育海水の汙過浄化量との関係について、汙過による溶存酸素の減少量 (oxygen consumption during filtration (OCF)) を汙過浄化量の指標として研究した。本報告は、循環汙過式飼育水槽で海産動物を飼育することによって飼育海水が汚濁される割合を調べ、その結果から、任意の循環汙過式飼育装置によって飼育しうる海産動物の収容量を検討したものである。

なお、海水の水質分析の方法は前報¹⁾と同様である。

本文にはいるに先立ち、御懇切なる御指導を賜った東京大学海洋研究所松江吉行教授、同農学部大島泰雄教授、および同海洋研究所多賀信夫助教教授に感謝する。また、本研究実施中、著者が勤務していた神戸市立須磨水族館の井上喜平治館長始め職員の諸兄には終始かわらず御鞭撻、御協力下さったことを感謝する。

海産動物を飼育することによる海水の汚濁

循環汙過式飼育水槽で海産動物を飼育すると、飼育海水はその代謝生成物や餌料の残渣などにより汚濁されてくるが、その反面、汙過槽その他において浄化されるので、順調に飼育が続けられている場合には、その汚濁量と浄化量とは均衡に達する。したがって、均衡に達したときの単位時間当りの浄化量は、その海産動物を飼育することによって生ずる単位時間当りの汚濁量に等しいと考えられる。そこで、飼育海水の汚濁量を汙過槽による浄化量との関連において求めるため、一定の循環汙過式飼育水槽に海産動物を飼育し、その汙過槽にかかる負荷を調べた。

1) 実験方法 Fig. 1 に示すような全水量約 300 l の循環汙過式実験水槽を用いて、種々な条件下に海産動物を飼育し、飼育海水の汚濁度が一定になり水質が平衡に達した* ときの汙過による単位時間当りの浄化量、OCF (mg/min) を汚濁量の指標として測定した。使用した汙過槽は前報³⁾ で用いたもので、その内面積 300 cm²、砂層の厚さは 40 cm である。汙砂には粒径係数 (G)** 102.4 のものを用い、汙過速度 3.5 cm/min で汙過した。なお、飼育海水は須磨水族館で実際に使用している海水 (水温は約 20°C、塩素量は 17~20 ‰, pH は約 7.3) を用いた。実験中飼育水槽には十分通気し、蒸発による飼育海水の減少は適宜に水道水により補充した。以下実験方法の詳細については、その都度述べることにする。

2) 飼育動物の代謝による汚濁

i) 魚体の大きさによる相違: Fig. 1 の実験水槽に健康なマダイ *Chrysophrys major* TEMMICK et SCHLEGEL を 1 尾収容し、飼育開始後飼育海水の水質が平衡に達した後、1 日 1 回、午前 10 時に汙過槽にかかる負荷 (単位時間当りの OCF) を測定した。2~5 日間の測定値の平均値をもつて、そのマダイの代謝生成物による汚濁量とした。

汙砂は塩酸で十分洗浄したものを用い、まず 180 g のマダイを収容し、日を追って nitrite-N を測定した。nitrite は ammonia の nitrate への酸化 (硝化作用) の中間生成物であるから、これが一定の濃度に

Fig. 1. Experimental aquarium with closed circulating system, Total volume of water is 300 l.

* 長期間飼育を続けると、その飼育海水は少しずつ変化してくるが、短期間でみれば平衡に達すると考えてさしつかえない。

** 前報³⁾ 参照

なつたときには汚濁量と浄化量は均衡に達していると考えられる故、それが一定量となつたときをもつて汚過槽の汚過機能が十分發揮され、水質が平衡に達したものとして、以後一連の實驗を開始した。それ以後は、各大きさのマダイをいれかえる場合も汚砂を強く洗淨することなく、必要に応じて海水で軽く洗淨するのみにとどめ、飼育海水の水質が平衡に達するのを待つて次の測定を開始した。使用したマダイは實驗開始約1週間前より餌止めし、實驗中も投餌を行なわかつた。

体重の異なるマダイを飼育することにより汚過槽にかかる負荷（単位時間当りの OCF）は Fig. 2 に示した通りである。

Fig. 2. Relation between the oxygen consumption during filtration (OCF), the concentrations of some chemical constituents in breeding water and the body weight of a fish kept in the experimental aquarium without feeding. OCF per unit time changes with the body weight of the fish as follows: $\log L = 0.544 \log B - 1.739$, where L and B represent OCF (mg/min) and body weight (g) respectively. Filtering velocity was maintained at 3.5 cm/min.

循環汚過式飼育水槽において、その水質浄化には水槽壁などによる浄化や海水の自浄作用なども関係しているが、これらの浄化量は汚過浄化量に比較すれば、この実験水槽ではそれほど大きくないと考えられる*。したがつて、ここに測定された単位時間当りの汚過浄化量 (OCF mg/min) は各々の魚の代謝量の相対的な値を示していると考えられる。魚の体重と代謝量との関係は、その酸素消費量を指標として研究されており、両者の対数値は直線関係にあることが知られている⁴⁾。体重と単位時間当りの OCF (L) の両者の対数値をとると、Fig. 2 にみられるように、やはり両者の間には直線関係が成立し、その関係式は次式により示される。

$$\log L = 0.544 \log B - 1.739 \quad (1)$$

ただし、 L は OCF (mg/min), B は体重 (g) である。また、同時に測定した飼育海水の5日間 BOD, ammonium-N, および nitrite-N の平均値も Fig. 2 に併示したが、これらもまた、体重の増大とともに増加した。

ii) 収容尾数および魚種による相違: マダイを2尾以上同時に飼育した場合、その汚過槽における浄化量 (OCF) を指標として測定した代謝量が、それぞれ1尾ずつの代謝量の和として求めてさしつかえないかを確かめるため、実験水槽 (Fig. 1) にマダイ2尾を収容し、単位時間当りの代謝量 (OCF) を前実験と同

* 未発表。

Table 1. Changes in the oxygen consumption during filtration (OCF) with the changes in number and species of fish kept in the experimental aquarium.

Species	Body weights (g)	Number of observation	Mean OCF observed (mg/min)	OCF calculated* (mg/min)
<i>Chrysophrys</i>	122 and 92	2	0.45	$0.25 + 0.21 = 0.46$
<i>Chrysophrys</i>	880 and 1250	1	1.51	$0.73 + 0.88 = 1.61$
<i>Epinephelus</i>	188 and 129	2	0.26	$**0.31 + 0.26 = 0.57$

* Calculated from relation between OCF and body weight of fish (Formula 1).

** Calculated as *Chrysophrys*.

様な方法により測定した。次に、その1尾当りの代謝量をそれぞれ(1)式より計算し、両者の和と実測値とを比較した。結果は Table 1 にみられるように計算値と実測値は極めてよく一致している。2尾以上同時に飼育した際の汚濁量、すなわち、汙過槽にかかる負荷は、1尾ずつについて(1)式より計算し、それらの和として求められることがわかる。

魚類の代謝量は、その体重ばかりでなく、魚種によつても異なるので、当然代謝生成物による汚濁量、すなわち汙過槽にかかる負荷も魚種によつて異なると思われる。そこで、その1例として、アカハタ *Epinephelus fasciatus* (FORSKAL) を飼育することによる汙過槽にかかる負荷を求め、マダイのそれと比較してみた。

Fig. 1 の実験水槽に健康なアカハタ2尾を収容し、前実験と同様な方法で、汙過槽における単位時間当りの浄化量 (OCF) を測定した。その結果は Table 1 に併示したとおりで、同じ水槽に同体重のマダイ2尾を収容した場合に比較し非常に少ない。以上のように汙過槽にかかる負荷は、飼育する魚の大小、魚種に

Fig. 3. Change of OCF value per unit time obtained by filtration of the aquarium water polluted by addition of various amounts of food to the water without being taken by fish.

Weight of food in each experiment is shown by wet weight.

/////: Total OCF (mg) obtained from the filter loaded by 3 g of uneaten food.

よつて著しく異なることがわかる。

3) 残餌による汚濁 魚類を飼育した場合、飼育海水の汚濁には、魚類の代謝による他に、投餌による影響を考えなければならない。投餌の影響としては、魚がそれを摂取することにより代謝量が増大すること、および魚により摂取されずに水中に散逸した餌が飼育海水を汚濁することとがある。ここでは、その後者の場合につき検討する。

Fig. 1 の実験水槽に約 100 g のマダイ 2 尾を十分投餌して飼育し、汙過槽の汙過の機能を発揮させてから魚を取り除き、飼育海水のみにした。飼育海水を 5 日間、循環汙過浄化した後に、十分粉碎した新鮮なマアジの肉を 2 重にしたガーゼでこし、飼育海水中に入れ、時間を追って汙過槽における浄化量、すなわち単位時間当りの OCF を測定した。OCF はマアジ肉投入直後には急激に増大するが、その後次第に減少して再び投入前の値にまで低下する。その経過は Fig. 3 に示した通りで、マアジ肉投入後に汙過槽中で溶存酸素が大きく減少するのは、マアジ肉により汚濁された海水を浄化するのに溶存酸素が使用されるためであると考えられる。以上の結果から、マアジ肉を投入したことにより汙過槽にかかる負荷の総量、すなわち溶存酸素の減少量のうちマアジ肉による汚濁の浄化のために使用された酸素量を全汚濁量 (M) とすると、 M は 3 g のマアジ肉を投入した例では Fig. 3 の斜線で囲まれた面積により示される。

今、かりに毎日一定量ずつ散逸する残餌がある場合を考えてみると、残餌による汚濁を浄化するために、汙過槽ではその全汚濁量 (M) が毎日浄化されなければならない。したがって、それを単位時間当りの平均 OCF (mg/min) になおすと $M/24 \times 60$ になる。このようにして求めた値を a (mg/min) とし、1 日当りの残餌量を F (g/day) とすると、両者の関係は Fig. 4 に黒丸で示したようになり、直線関係が成立し、その関係式は

$$a = 0.0908F - 0.082 \quad (2)$$

で示されることがわかる。

9 g のマアジ肉を投入した際の海水の水質変化は、BOD は投入直後に最高値 3.62 mg/l を示し、以後次第に減少してゆくのに反し、ammonium-N は投入後次第に増加してゆき、11 時間後には 158 μ g/l となり、後徐々に減少する。他方、OCF は投入後急激に増大はするが、7.5 時間後に最高値 0.71 mg/min に達し、以後減少した。このように各水質条件の変化に時間的なずれが生じたのは、まず初めに有機物の分解が起こり、それから硝化作用が始まるためであると考えられる。

4) 投餌して飼育することによる汚濁 以上、海水魚の代謝、および残餌による飼育海水の汚濁について検討したが、ここでは実際に投餌して魚を飼育した場合、その汙過槽にかかる負荷について検討を行なった。

マダイ 2 尾 (90 g と 120 g) を Fig. 1 の実験水槽に収容し、毎日一定量のマアジ肉を一定時刻に投餌して飼育した。十分飼育海水の水質が平衡に達した後、24 時間、時間を追って汙過槽における浄化量、すなわちこれらを飼育することにより汙過槽にかかる負荷を単位時間当りの OCF を測定することにより求めた。1 日当りの投餌量が 6 g (1 日 1 回投餌) および 12 g (1 日 2 回投餌) の場合について示すと Fig. 5 のよ

Fig. 4. Relation between amounts of food per day and mean OCF value per minute with which the filter was loaded only by food.

●: Mean OCF value (a) when food remained in the water without being taken by fish.

○: Mean OCF value (a') when fish took food. Mean OCF value of a'/a calculated from OCF data at the experiments in which the same weight of food was added: 0.56.

うになる。12 g 投餌の際の飼育海水の BOD の変動は、投餌前 9 時 30 分には 0.59 mg/l であったが、21 時には 0.84 mg/l に増大し、次の日の 9 時 30 分には 0.49 mg/l になった。他方、ammonium-N は 21 時には 260 μ g/l となり、かなりの増大がみとめられた。

無投餌で飼育した場合と投餌して飼育した場合とでは、その飼育海水の汚濁に質的な差がある。したがって、汙過槽内の浄化に關与する微生物の組成も当然異なっていることが考えられる。そこで、本実験と繼續して、同じ 2 尾のマダイを飼育海水のみを新しい海水にかえて無投餌で飼育し、4 日後より 1 日 1 回単位時間当りの OCF を測定したところ、4 回の平均値は 0.25 mg/min (0.26, 0.22, 0.22 および 0.31 mg/min) であった。この値を無投餌で飼育し汙過機能の熟成をはかった時の単位時間当りの OCF と魚の体重との関係式 (1) より求めた値 0.46 mg/min と比較すると非常に小さく約 55 % にすぎない。この原因については追究できなかったが、いずれにしても、無投餌で汙過機能を熟成した場合と投餌した場合とでは、汙過槽の浄化効率異なることが考えられる。

この実験で得た汙過槽にかかる負荷のうち、0.25 mg/min はマダイの routine metabolism によるものとし、それより多い部分は餌を魚が摂取したことにより代謝量が増大しそれが汙過槽の負荷になること、および水中に溶出した餌料や摂餌の際に魚により粉碎されたりして散逸した餌料が汙過槽の負荷になることなどの毎日の投餌により汙過槽にかかる負荷と考え、この投餌の影響による 1 日当りの溶存酸素の全減少量 (M) を投餌量 6 g の場合を例にあげて推定すると、Fig. 5 の斜線に囲まれた面積になる。これから、投餌により汙過槽にかかる負荷、すなわち単位時間当りの溶存酸素の減少量の平均値 (a' mg/min) を $M/24 \times 60$ として求めると、それは Fig. 4 に白丸で示したようになる。この値を魚を飼育せず、餌のみを水中に加えた場合、すなわち残餌による汙過槽にかかる負荷 (a) と比較すると a' は a の平均 56 % である。このように投餌し魚がそれを摂取した場合には、摂取しなかつた場合と比較して汙過槽にかかる負荷が小さくなるのは、摂取された餌が魚の体内で消化分解され、さらにその一部は体に保持されるので、汙過槽にかかる負荷がそれだけ軽減されるためであろう。

Fig. 5. Change of OCF per unit time through 24 hours, obtained by filtering breeding water, when fish were fed with constant weight of food every day. Body weights of 2 fish (*Chrysophrys*) cultured in the experimental aquarium were 90 g and 120 g.

● : 12 g of food per day.

○ : 6 g of food per day.

/////: Total OCF (mg) of a day with which filter was loaded only by food.

/////: Level of load (OCF mg/min) by culturing fish in the aquarium without feeding.

→: Addition of food in the aquarium.

安全収容量

前報³⁾では、汙過槽の構造および汙過速度と汙過浄化量との関係を示し、任意の汙過槽における最大浄化量が単位時間当りの OCF により求められることを示した。他方、魚を飼育することにより汙過槽にかかる負荷は、その魚種、体重、飼育尾数、および投餌量によつて異なることは前述の通りである。ある循環汙過

式飼育水槽に収容した海水魚による飼育海水の汚濁量、すなわち汙過槽にかかる負荷を単位時間当りの OCF で求めた値を $X \text{ mg/min}$ とし、この飼育水槽の p 個の汙過槽について求めた最大浄化量をそれぞれ $Y_1, Y_2, \dots, Y_p$ とすれば、両者の間に $\sum_{i=1}^p Y_i \geq X$ の関係が成立するならば、その飼育水槽で、これらの海水魚を一応安全に飼育できるものといえ、成立しないならば、その飼育には危険をともなう恐れがありうることを示していると考えられる。

循環汙過式飼育法での安全収容量は、収容する魚種によりその代謝量および飼育海水の水質の汚濁に対する抵抗性も異なるので一律には論じられない。そこで、ここでは一応マダイを海水魚の代表として選び、マダイについて得られた知見からその安全収容量について検討した。

マダイを無投餌で飼育した際のその代謝による汚濁、すなわち単位時間当り OCF と体重との関係は (1) 式に示した通りである。普通に投餌して飼育し汙過槽を熟成した場合には、routine metabolism により汙過槽にかかる負荷 (OCF) は、無投餌で飼育した場合の約 55 %* になるのであるから、任意の大きさのマダイ q 尾を飼育した時、その体重をそれぞれ $B_1, B_2, \dots, B_j, \dots, B_q$ (g) とし、routine metabolism により汙過槽にかかる負荷を L' とすれば (1) 式より、

$$L' = L \times 0.55 = \sum_{j=1}^q B_j^{0.544} \times 10^{-2} \quad (3)$$

で示すことができる。

また、マアジを投餌し、それを魚が摂取した場合には、投餌により汙過槽にかかる負荷 (a') は魚がそれを摂取しなかつた場合の負荷 (a) の約 56 % になるのであるから、1 日当りの投餌量を F (g/day) とすれば、 a' (mg/min) は (2) 式より

$$a' = a \times 0.56 = 0.051F - 0.046 \quad (4)$$

になる。

したがって、マダイにマアジを投餌して飼育した場合の汙過槽にかかる負荷 X (mg/min) は、その収容量および投餌量が共に極端に小さい場合を除いては (4) 式右辺第 2 項は無視できるから (3) (4) 式より

$$X = L' + a' = \sum_{j=1}^q (B_j^{0.544} \times 10^{-2} + 0.051F) \quad (5)$$

で示される。

故に、ある循環汙過式飼育水槽で、マアジを餌料としてマダイを飼育しようとする場合、前報の結果³⁾と (5) 式とより、

$$\sum_{i=1}^p \frac{10W_i}{\frac{0.70}{V_i} + \frac{0.95 \times 10^3}{G_i D_i}} \geq \sum_{j=1}^q (B_j^{0.544} \times 10^{-2}) + 0.51F \quad (6)$$

の関係が成立するならば、これらは一応安全に飼育できるということになる。ただし、 W_i, V_i, G_i および D_i はそれぞれ i 番目 ($i = 1, 2, \dots, p$) の汙過槽の汙過面積 (m^2)、汙過速度 (cm/min)、粒径係数および砂層の厚さ (cm) を示している。

(6) 式は、マダイを飼育する場合の安全収容量を示したものであるが、一応これを循環汙過式飼育法で海水魚を飼育する場合の安全収容量、設計基準の日安とすることができよう。

これらの関係を須磨水族館の飼育状況を例にとつて検討する。水族館の汙槽過は 2 型式 4 個⁵⁾ あり、それらについての最大浄化量** (OCF) を (6) 式より求めると、合計 902 mg/min になり、1 時間当りの浄化量に換算すると 54120 mg/hour になる。他方、実際にこの 4 個の汙過槽における汙過による溶存酸素の減少量を調査したところ、約 52800 mg/hour⁵⁾ になり、両者はよく一致する。さらに水族館に体重 100 g のマ

* 55 % というのは 90 g と 120 g のマダイを飼育した場合に得られた値で、体重が異なればこの値も異なってくることも考えられるが、他に実験例がないのでこの値を使用した。

** 使用している汙砂の有効径 0.7 を粒径の代表値として粒径係数 (G) を計算した。

ダイを毎日体重の 3 % に当る投餌量で飼育する場合を考えると、1 尾当り汙過槽にかかる負荷は (5) 式より 0.28 mg/min と得られるから、水族館では約 3200 尾 (320 kg) までは安全に飼育しうることになる。本実験中、須磨水族館では大小各種とりまぜ (海ガメ類を除く) 200~300 kg を常時飼育していたのであるから、この値は一応妥当なものといえよう。

考 察

以上、極めて概括的ではあるが、循環汙過式飼育法により海水魚を飼育する場合の安全収容量を求める方法を示したが、この安全収容量は一つの目安を示すものであることはいうまでもない。(6) 式の右辺はマダイにマアジ肉を投餌した場合を代表として飼育海水の汚濁量を求めた値であるから、他種の高産動物を他の餌で飼育する場合には、当然その代謝量および投餌の影響が異なってくるのでこの点については別に検討しなければならない。また、安全に飼育しうる海水の汚濁度の許容限界として、水族館の飼育海水の値を代表としてえらんでいる。したがって、この点についても、特に飼育海水の汚濁に弱い魚や、また逆に強い魚を飼育する場合には考慮しなければならないことはいうまでもない。

また、飼育海水の自浄作用や、水槽壁その他に附着発育した微生物による浄化の効果については特に検討を加えていないが、この実験で使用した水槽においても飼育することにより汙過槽にかかる負荷は、これら汙過槽外の浄化作用によつて当然軽減された値になつて求められている。しかし、大量の海水にわずかの高産動物を飼育した場合には、これらの効果も無視することはできないであろうから、その必要とする汙過槽の構造などは (6) 式により求められるものとは違つた値になるであろう。さらに水槽壁などに藍藻、矽藻などが繁茂した場合には、一層違つてくると思われる。

本研究においては、汙過浄化の効果は汙砂の表面に附着発育した微生物の浄化作用にのみよるとした。しかし、非常に汙過速度が小さい場合や、大きい粒径の汙砂を使用した場合などは、汙床の閉塞が起こらず、汙過槽の管理作業を長期間にわたり行なわないために、次第に汙砂の間隙にも微生物が発育し、それが飼育海水の浄化に関与して、安全収容量は、(6) 式で求めた値より大になることが考えられる。

また、この一連の実験は、約 80 日に 1 度しか新しい海水に取替えない水族館の飼育海水により行なつた。したがって、飼育海水をひんばんに新しい海水にとりかえる場合は、これまた条件は違つてくる。

さらに、この安全収容量の推定は水質の浄化の面より追究したのであつて、通気不十分による酸素不足や、生態的な安全収容密度、水槽内の水の交流などの条件によつて収容量が制限されることも十分考えられ、これらの点を考慮すれば安全収容量は一層複雑なものになるであろう。

なお、この安全収容量推定の実験は、すべて水温約 20°C での飼育により行なわれている。したがって、飼育水温が極度に異なる場合にはその代謝量、浄化量が異なってくるため、この点についての考慮も必要になる。

最後にこの安全収容量は観客を対象とした水族館を基準にして推定されている。観客を対象とした水族館は必ずしも飼育に最適な条件を備えているとはいえない⁶⁾。したがって、純粹に飼育することを目的とする場合には、この点をも考慮しなければならないであろう。

文 献

- 1) 平山和次: 本誌. **31**, 977 (1965).
- 2) ———: ———. **31**, 983 (1965).
- 3) ———: ———. **32**, 976 (1966).
- 4) FRY, F. E. J.: The aquatic respiration of fish. In: The Physiology of Fishes, vol. 1, BROWN, M. E., ed. N. Y., Academic Press, 1~63. (1957).
- 5) 平山和次: 水産増殖, **8**, 123 (1960).
- 6) ———: ———, 臨時号 **1**, 43 (1962).