

アマゴの増殖に関する研究—XX

アマゴ0年魚の体重組成にみられる
成熟雄魚の特異な生長

立川 互・熊崎 隆夫

Studies on the Reproduction of Amago Salmon, *Oncorhynchus*
rhodurus.—XXThe Effect of the Growth of the Precociously Mature Parr
on the Body-Weight Composition in Fingerling Amago
Salmon.

WATARU TACHIKAWA, TAKAO KUMAZAKI

アマゴの雄魚には、満1年で成熟するものと満2年以上で成熟するものがあるが、満1年で成熟するかしないかは生長と関係があり、生長のよい養魚場では雄魚の成熟する比率が高い。成熟した雄魚は、体色が黒化して痩せ、いわゆる“黒そぶ”となって著しく商品価値を減ずるのみならず、その多くが生殖期の後半に斃死する。成熟する雄魚の二次性徴は、精巣が相当肥大してからあらわれ、精巣の肥大しないうちに雄魚をその外観から識別することは困難である。

ところが、0年魚について時期を追って生殖腺の発達と体重の関係を調べると、生殖腺の発達が生長の促進を伴っていることが明らかとなった。生殖腺の増大期に成熟群の方が非成熟群より大きな生長を示すことはニジマスでもみられ^{1),2)}ており、山本らは卵巣ホルモンと生長ホルモン¹⁾が相関して分泌されている点に注目している。また、久保は、サクラマス幼魚の体長組成を時期を追って調べ、6月下旬から急激に変異の幅が広くなり、分布のモードが2つ以上出現する

こと、そして9~11月の分布で右すそ11cm以上のものには成熟雄魚の割合の多いことを指摘しており、体長の分布の多峰性にみられる色々な生活型の分布は、恐らく異なる別個の生活型の³⁾分化派生を暗示するものであると述べている。

本報は、1969~75年に互る岐阜水試の飼育魚のデータから、成熟に向う雄魚の示す特異な生長が、体重組成の上に顕著にあらわれている様子を示し、これらの成熟する見込の雄魚が、二次性徴の発現しないうちに、大きさによる選別によってある程度仕分けられることを指摘しようとするものである。

材料および方法

次の6群のアマゴ0年魚を供試材料とし、体重と性あるいは性的成熟との関連を調べた。二次性徴の発現しない時期の雌雄の判定は、生殖腺の肉眼観察によったが、それで判然としない場合には、生殖腺をホルマリン固定後25 μ の凍結切片にし、その組織像を検鏡して確認した。

I 母群の組成に変更がない魚群

実験1 ; 1969年岐阜水試飼育魚

同一採卵日の魚群(23,500尾)から、7月17日(母集団平均体重13.0g)に20個体、7月28日(同15.8g)に69個体および8月13日(同17.5g)に70個体をそれぞれ無作為に抽出し、個体別に体重と性別および生殖腺の増大の有無を調べた。なお、7月17日には同じ母集団から別の大形魚のみ10個体を選別して抽出し、同様に体

重と生殖腺を測定した。また、7月28日には、同じ母集団から約30g以上の大形魚600尾を選別して生殖期まで飼育し、成熟の有無と生残経過を調べた。

実験2 ; 1970年岐阜水試飼育魚

同一採卵日の魚群(18,800尾)から6月19~25日に450個体(平均体重5.21g)、8月12日に300個体(平均体重21.34g)をそれぞれ無作為に抽出し、個体別に体重と性別および生殖腺の増大の有無を調べた。

II 春期に選別した大形魚群

実験3 ; 1970年岐阜水試郡上試験地飼育魚

4月下旬に平均体重1.9gの魚群(約12万尾)から約2.5g以上の大形魚(11,000尾平均体重3.8g)を選別して飼育し、9月4日にこの中から無作為に508個体を抽出して、個体別に体重と性別および成熟の有無を調べた。

実験4 ; 1973年岐阜水試飼育魚

同一採卵日の魚群から、4月26日に約4g以上の大形魚を選別(第1表)して飼育し、途中で3回合計67個体を抽出してその標本性比を調べた。

実験5 ; 1974年岐阜水試飼育魚

第1表 実験4の供試魚の選別経歴

区分	尾数	平均体重
	尾	g
大	10,000	5.18 (供試魚群)
小	33,600	3.76
計	43,600	4.08

同一採卵日の魚群から4月12日に、約2.5g以上の大形魚を選別（第2表）して飼育し、7月25日に無作為に163個体を抽出して、個体別に体重と性別および生殖腺の増大の有無を調べた。
実験6；1975年岐阜水試飼育魚

同一採卵日の魚群から5月13日に約4.5g以上の大形魚を選別（第3表）して飼育し、7月24日に無作為に288個体を抽出して、個体別に体重と性別を調べた。

なお、実験1、2、4、5および6の供試魚は、採卵から3月頃までは井戸水、以後は河川水で飼育され、その水温は5~20°Cであった。実験2の供試魚は終始井戸水で飼育され、その水温は7.0~20.5°Cであった。

結 果

I 母群の組成に変更がない魚群

実験1；7月17日、7月28日および8月13日の各時期に、無作為に抽出した標本魚の体重組成を第1図に示した。

7月17日の標本20個体の平均体重は14.7g、雌雄組成は雌11尾に対して雄9尾であった。このうち18g以上の大形魚7尾はすべて雄魚であった。なお、別に選別抽出した大形魚10個体の平均体重は26.4g、雌雄組成は雌2尾に対して雄8尾であった。生殖腺の増大はまだ顕著でなく、大形雄魚に僅かに認められる程度であり、これらの雄魚でも、外観的に性徴を認めることはできなかった。

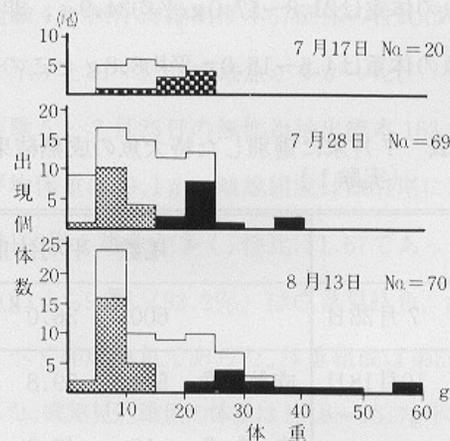
第2表 実験5の供試魚の選別経歴

区分	尾 数	平均体重
大	30,300尾	3.22 ^g (供試魚群)
小	58,400	2.06
計	88,700	2.46

第3表 実験6の供試魚の選別経歴

区分	尾 数	平均体重
大	34,000尾	5.39 ^g (供試魚群)
小	64,000	4.11
計	98,000	4.56

7月28日の標本69個体の平均体重は13.6g、雌雄組成は雌41尾に対して雄28尾であった。雄魚は、精巣の増大が始まり、その年に成熟すると予測されるもの（成熟見込雄魚）13尾と、精巣が依然として痕跡程度で、その年に成熟しないと予測されるもの（非成熟雄魚）15尾に区別されたが、雌魚の卵巣はすべて未発達で、その



第1図 体重組成（実験1）

□；雌魚、■；雄魚、
▨；成熟見込雄魚、▩；非成熟雄魚

年に成熟しないと予測されるもの(非成熟雌魚)であった。ただし、成熟見込雄魚でもその生殖腺重量比はまだ0.3%以下で、個体差も大きかった。雄魚は15gを境に大形魚は成熟見込魚、小形魚は非成熟魚と2者の体重が明瞭に分離し、前者の体重は15.5~38.0g 平均22.1g、後者の体重は5.0~12.0g 平均8.1gであった。これに対して雌魚の体重は2.5~23.5g 平均12.4gと比較的広い分布を示したが、特大魚はなかった。

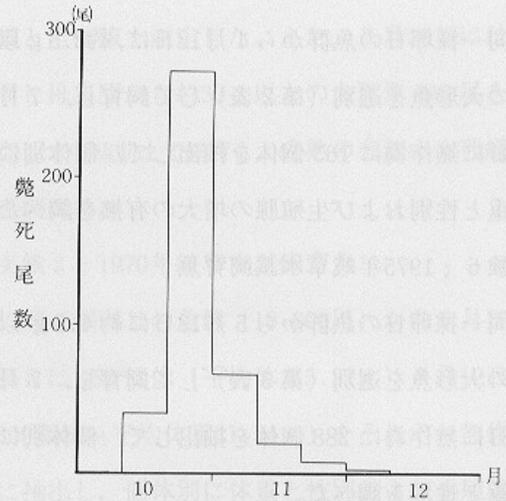
7月28日に同じ母集団から選別した、特大魚600尾の平均体重は36.0gで、これを飼育して10月18日に成熟雄魚の割合を調べた結果は第4表に示すとおり、その大部分(97.0%)を成熟雄魚が占めた。なお、この成熟雄魚582尾中420尾(72.3%)が成熟後斃死した。斃死は第2図に示すとおり、10月中旬に始まって多くは10月下旬に集中し、12月上旬に終息した。

8月13日の標本70個体の平均体重は17.5g、雌雄組成は雌34尾に対して雄36尾で、雄魚のうち成熟見込魚は13尾(36%)であった。成熟見込雄魚の体重は21.8~57.0g 平均34.9g、非成熟雄魚の体重は4.5~15.0g 平均8.8gとこの2

第4表 7月末に選別した特大魚の成熟結果(実験1)

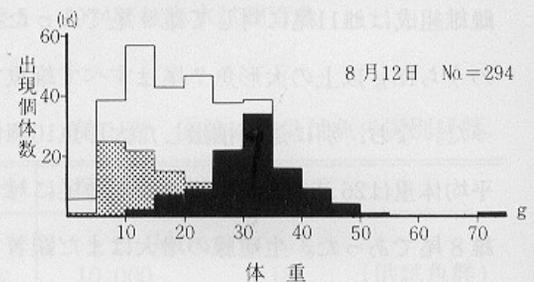
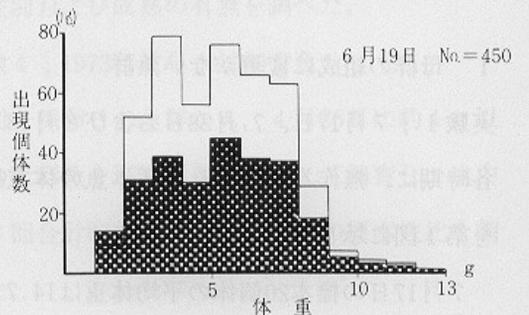
		尾数	平均体重
放養	7月28日	600尾	36.0 ^g
取上	10月18日	成熟雄魚	571*
		未成熟魚	18
		合計	589
			78.9

* この外に10月10~18日の死魚11尾



第2図 満1年成熟雄魚の時期別斃死尾数

者間にみられる体重組成の分離は、7月28日より一層顕著であった。雌魚はすべて非成熟魚でその体重は5.5~31.2g 平均16.7gとほぼ母集団の平均値を中心に幅の広い分布を示したが、特大魚はなかった。成熟見込雄魚の生殖腺重量比は最大1.9%平均0.72%で、まだ外観的に顕著



第3図 体重組成(実験2)

□; 雌魚, ■; 雄魚,
 ■; 成熟見込雄魚, ▨; 非成熟雄魚

な性徴は認められなかったが、群のうち比較的体高の高い特大魚は成熟見込雄魚であった。

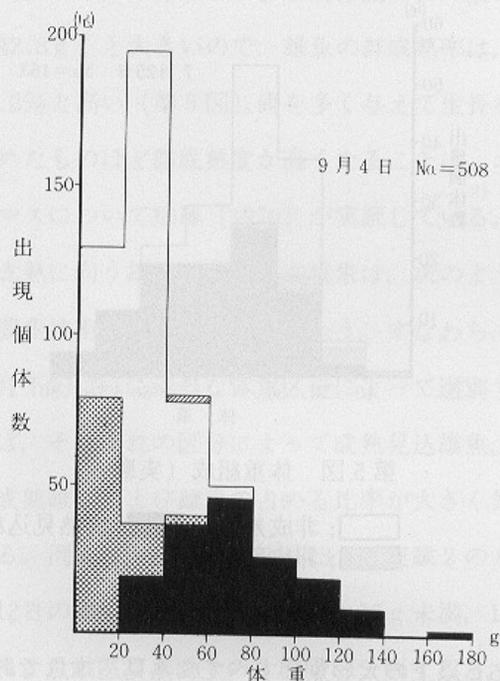
実験2；6月19～25日および8月12日に無作為に抽出した標本魚の体重組成を第3図に示した。

6月19～25日の標本450個体の、平均体重は5.21g、雌雄組成は雌193尾に対して雄257尾で、性比は1.34と雄魚が多かった。体重組成は雌雄間に顕著な相違はみられず、ともに母集団の平均値を中心とする分布を示した。なお、生殖腺はいずれもまだ痕跡状であった。

8月12日の標本300個体の平均体重は21.34g、雌雄組成は雌139尾に対し雄161尾で、性比は1.16とやや雄魚が多かった。雄魚のうち105尾、(65.2%)は成熟見込魚、雌魚はすべて非成熟魚であった。雄魚の体重は成熟見込魚が10.2～70.6g平均32.03g、非成熟魚が4.1～24.0g平均10.62gと成熟の有無によって体重組成が明らかに2つの山に分かれたのに対して、雌魚の体重は2.0～33.3g平均17.57gでその体重組成は一つの山と見做され、前2者の中間的傾向を示した。

II 春期に選別した大形魚群

実験3；9月4日の無作為抽出標本508個体の平均体重は42.0g、雌雄組成は雌250尾に対し雄258尾とほぼ半々で、雌魚のうち2尾(0.8%)と雄魚のうち159尾(61.7%)が成熟見込魚であった。体重組成は第4図に示した。成熟見込雄魚の体重は18.5～172.5g平均77.1g、非成熟雄魚の体重は6.2～54.5g平均17.0g、成熟見込雌魚の体重は47.5および57.5g、非成熟雌

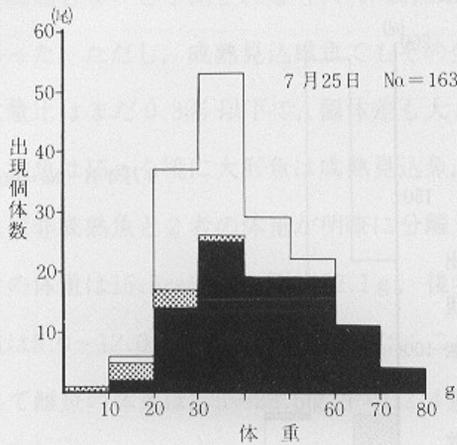


第4図 体重組成(実験3)

■；成熟見込雄魚、□；非成熟雌魚、
 ▨；成熟見込雌魚、▩；非成熟雄魚

魚の体重は7.2～69.2g平均29.3gで、40～50gを境にして大形魚は大部分が成熟見込魚、それ以下の小形魚は大部分が非成熟魚で占められた。実験4；無作為抽出標本67個体の性比は第7表に示すとおり1.68で雄魚が多かった。

実験5；7月25日の無作為抽出標本163個体の平均体重は39.1g、雌雄組成は雌61尾に対して雄102尾と雄魚が多く、性比は1.67であった。雄魚のうち94尾(92.2%)は成熟見込魚、雌魚はすべて非成熟魚であった。体重組成は第5図に示した。成熟見込雄魚の体重は19.8～76.7g平均44.8g、非成熟雄魚の体重は5.5～36.3g平均18.7g、雌魚の体重は16.5～53.6g平均33.9gで、大形になるほど成熟見込雄魚の占める比率が高く、



第5図 体重組成 (実験5)

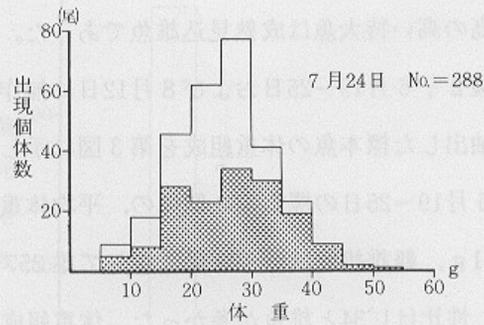
□; 非成熟雌魚, ■; 成熟見込雄魚,
▨; 非成熟雄魚

55g以上の大形魚はすべて成熟見込雄魚であった。

実験6; 7月24日の無作為抽出標本288個体の平均体重は25.2g, 体重組成は第6図に示すとおり, 雄魚は6.5~54.2g 平均27.0g, 雌魚は6.5~38.6g 平均23.1gであった。雌雄組成は雌129尾に対して雄159尾と全体では雄魚がやや多かったが, 30gを境に性比の逆転がみられ, 30g以下では雌魚が多く性比は0.87に対して, 30g以上では圧倒的に雄魚が多く, 性比は4.0であった。

総括および論議

第1図および第3図に示した体重組成を経時的に分析すると, 6月下旬には雌雄間に顕著な相違はないが, 7月中旬には大形魚の多くを雄魚が占めるようになる。一方, 6月下旬の生殖



第6図 体重組成 (実験6)

□; 雌魚, ▨; 雄魚

腺はいずれもまだ未発達であるが, 7月中旬には一部の雄魚に精巣の発達開始が認められ, 7月下旬になれば成熟見込雄魚の精巣は非成熟雄魚のそれと明らかに区別される。この時期の雄魚の体重組成は, 精巣の発達の有無によって明瞭に二つの山に分離し, その境界の体重は15g前後である。この体重格差は日が経つに従って拡大し, 8月中旬には群の大形魚はほとんど成熟見込雄魚で占められる。ちなみに, 成熟見込雄魚の平均体重と非成熟雌魚のその比をみると, 第5表に示すとおり7月下旬には2倍, 9月上旬には3倍と経時的に増大する傾向がみられる。つまり, 成熟に向う雄魚は精巣の発達に伴って非成熟魚より大きな生長を示している。

ある時期にある体重以上に生長していることが, その年の成熟の成否の条件になることは,¹⁾ニジマスについて山本ら(1965)および, 野村⁴⁾(1963)が指摘しているが, アマゴの雄魚が満1年で成熟するか否かは, その体重が7月下旬~8月中旬に15~20gを越えるか越えないかによって分かれている。そのため, 満1年における

第5表 成熟見込雄魚群と非成熟魚群の体重差

時期	群	平均体重		
		成熟見込雄魚	非成熟雌雄	比
		g	g	
7月28日	実験1	22.1	11.2	2.0
8月12日	実験2	32.0	15.6	2.1
8月13日	実験1	34.9	13.5	2.6
9月4日	実験3	77.1	25.8	3.0

雄魚の群成熟率は群の生長度によって変動する。例えば、実験1と実験2の群平均体重をほぼ同時期で比較すると、実験1では8月13日に群全体17.5g（雄魚18.3g）に対し、実験2では8月12日に群全体21.34g（雄魚24.7g）と後者の方がやや大きく、その結果雄魚の群成熟率は、実験1の群が36%に対して、実験2の群は65%と後者の方が大幅に高くなっている。また実験

5の群では、7月25日の群平均体重が39.1g（雄魚42.8g）と大きいので、雄魚の群成熟率は、92.2%と高い（第5図）。餌を多く与えて生長を早めたものほど群成熟度が高くなることは、ニジマスについて加藤（1970）が実証している。

成熟に向う雄魚の生長促進現象は、次のように養魚技術に応用されるであろう。すなわち、7月下旬以降に適当な体重区分によって選別すれば、それぞれの区分によって成熟見込雄魚、非成熟雄魚および雌魚の占める比率が大きく異なる。例えば、実験1の8月13日と実験2の8月12日の標本について、それぞれ15g未満、15～25gおよび25g以上の3段階に分割すると、第6表に示すとおり、25g以上の大形魚はその7～8割が成熟見込雄魚で占められ、しかもこの中には成熟見込雄魚の8割強が含まれている。群の平均体重の附近である15～25gの中形魚はその7～9割が雌魚で占められ、15g以下の小形魚はだいたい非成熟雌雄で占められる。すな

第6表 体重区分による雌雄組成の偏り

群	性	体重			合計
		15g未満	15～25g	25g以上	
実験1 8月13日 平均体重 17.5g	成熟見込雄魚	0	2	11	13
	非成熟雄魚	23	0	0	23
	非成熟雌魚	13	17	4	34
	合計	36	19	15	70
実験2 8月12日 平均体重 21.3g	成熟見込雄魚	2	16	87	105
	非成熟雄魚	46	10	0	56
	非成熟雌魚	54	64	21	139
	合計	102	90	108	300

わち、成熟見込雄魚を摘出する方法としては、大形魚を選別するのが有効であり、雌魚を多く残すためには中形魚を選別するのが有効である。こうして8月中旬頃までに成熟見込雄魚の多くが選別できれば、それをすぐ出荷するかあるいは光周処理によって成熟を抑制して飼育することにより成熟期の損失を免れることができる。

養魚の実際的问题として、稚魚の段階で選別がくりかえされるのが通例であるが、6月以前の選別では大きさの区分によって雌雄組成に偏りを生じないであろうか。6月19日(実験2)の標本魚450個体の性比は1.34と選別経歴がないにもかかわらず雄魚が多く、母集団に性比の偏りがある($\rho=0.01$)ことを示している。いま仮りにこの標本魚を体重4g以下、4~7gおよび7g以上の3段階に分割して各区分ごとの性比をみると、小クラスでは雌66尾に対して雄79尾で性比は1.20、中クラスでは雌85尾に対して雄113尾で性比は1.33、大クラスでは雌41尾に対して雄66尾で性比は1.61と大形魚ほど性比が高くなる傾向を示している。しかし3群の間に有意の差はない。第7表はそれぞれの実験の標本性比とその母集団性比の95%信頼区間を示したものである。4~5月に選別して大形魚を残した実験3~6の標本性比はそれぞれ1.03、1.68、1.67、および1.23で、また、これらの標本を全部合計した場合の性比は1.21であり、概して雄魚の方が多い。一方、母群組成に変更のない実験1および2の性比はそれぞれ0.85および1.27で、その母集団性比の偏りは、実験1の魚群では有意でないが、実験2の魚群では有意で

ある。また、実験1と実験2の標本を全部合計した場合の性比は1.18で有意に雄の方が多い。つまり、この統計値からみる限り、4~5月に選別した大形魚の性比は選別しない群の性比と大差がない。換言すれば、4~5月の時期の選別では、大きさの区分によって性比の変化を生じないであろうということになる。しかし、アマゴの0年魚の性比が1よりも大きい値を示すということについては、なお多くのデータを積み重ねて検討する必要がある。

第7表 標本性比

群	調査時期	標本数	標本性比	95%信頼区間
実験1	月日	尾		
	7.17	20	0.82	0.30~2.12
	7.28	69	0.68	0.40~1.16
	8.13	70	1.06	0.63~1.76
	計	159	0.85	0.60~1.19
実験2	6.19	450	1.34	1.09~1.67
	8.12	300	1.16	0.82~1.31
	計	750	1.27	1.03~1.43
実験1~2 合計		909	1.18	1.03~1.35
実験3 (4月下旬選別)	9.4	508	1.03	0.85~1.26
実験4 (4月26日選別)	6.12	27	1.70	0.71~4.26
	7.16	20	1.50	0.56~4.26
	8.13	20	1.86	0.69~5.67
	計	67	1.68	1.00~2.89
実験5 (4月12日選別)	7.25	163	1.67	1.19~2.40
実験6 (5月13日選別)	7.24	288	1.23	0.98~1.56
実験3~6 合計		1,026	1.21	1.07~1.36

前後で有意に雄魚が多かったが、選別しない群の性比と大差がなかった。

要 約

1. 1964年から1975年にわたり、6群のアマゴ0年魚を供試材料として、体重と性および成熟との関連を調べた。
2. 6月下旬以前には、雌雄間に体重組成の顕著な相違はないが、7月中旬以降には、成熟に向う雄魚が非成熟魚より大きな生長を示し、大形魚の多くを占めた。
3. 雄魚が満1年で成熟するか否かは、その体重が7月下旬～8月中旬に15～20gを越えるか越えないかによって分かれていた。
4. 7月下旬以降に、適当な体重区分によって3段階に選別すれば、大形魚群には成熟見込雄魚、中形魚群には非成熟雌魚、小形魚群には非成熟雌雄がそれぞれ多くを占めるであろう。
5. 4～5月に選別した大形魚群の性比は、1.2

文 献

- 1) 山本喜一郎・太田勲外2名, 1965; ニジマスの成熟に関する研究-I, 1年魚の卵巣の発達について, 日水誌, 31(2), pp.123～132
- 2) 加藤禎一, 1970; ニジマスの成長と成熟について, 第27回養鱒部会要録, pp.27～30
- 3) 久保達郎, 1974; サクラマス幼魚の相分化と変態の様相, 北海道さけ・ますふ化場研報, 28, pp.9～26
- 4) 野村稔, 1963; ニジマスの人工採卵に関する基礎研究-V, 生殖巣の発達と初産魚の大きさ, 日水誌, 29,(11) pp.976～984

材料及び方法