

ニジマスの成長に伴う伝染性造血器壊死症 (IHN) に対する抗病性の遺伝率の変化

米沢純爾・河西一彦・小野 淳・長谷川敦子・本間智晴*・福田穎穂*

伝染性造血器壊死症 (IHN) はサケ科魚類の養殖に多大な被害をおよぼしているウイルス性の疾病である。この疾病に対する被害軽減対策の一つとして選抜育種による抗病系品種の確立が試みられている^{1,3)}。サケ科魚類の雌は一般にふ化から初産まで2年以上を費やすため、選抜育種による形質の固定には多くの年数を要する。したがって、選抜に着手する際には事前に遺伝率を推定することにより、適切な選抜手法を選択することが望まれる⁴⁾。サケ科魚類の IHN に対する感受性は魚の成長に伴って変化することが知られているが^{5,7)}、これまで推定された IHN に対する抗病性の遺伝率は 1g サイズ以下の小型魚についてのもの^{8,9)}、成長に伴う変化については不明な点が多い。そこで今回、ニジマスの同一群について体重 1, 8, 25g の 3 サ

イズ時に攻撃試験を行い、成長に伴う IHN に対する抗病性の遺伝率の変化を推定したので報告する。

材料と方法

供試魚 1990年1月に東京都水産試験場奥多摩分場産ニジマス 2+年魚の雄 10尾と雌 30尾を用い、雄 1尾に対し雌 3尾を交配させることにより 30組の枝分かれ交配組を設定した。供試魚は感染実験を行うまで、各交配組別に長さ 40×幅 30×水深 10cm の塩ビ水槽に収容し、防疫体制を強化した隔離施設で飼育した。30組の交配組の中に、ふ化成績が悪く供試尾数を確保できない交配組があったため、表 1 に示したように遺伝率の推定には 21 組を用いた。

感染実験 感染実験はふ化後 12~14 週 (平均体重

表 1 感染実験魚の生残率

供試魚 の区分	供試魚の由来			感染実験における生残率 (%)					
	父親	×	母親	1g サイズ群		8g サイズ群		25g サイズ群	
F1	S1	×	D1	5	15	45	70	60	75
F2	S1	×	D2	0	0	30	50	90	90
F3	S1	×	D3	0	0	65	45	70	85
F4	S2	×	D4	5	10	10	10	25	25
F5	S2	×	D5	10	26	61	45	55	50
F6	S2	×	D6	5	35	40	50	40	53
F7	S3	×	D7	10	40	50	55	35	45
F9	S3	×	D9	21	45	20	45	50	70
F10	S4	×	D10	0	5	50	60	20	25
F11	S4	×	D11	0	5	15	15	10	56
F16	S6	×	D16	5	10	25	35	55	60
F18	S6	×	D18	0	5	25	40	45	50
F19	S7	×	D19	5	0	55	60	10	20
F20	S7	×	D20	15	25	45	80	50	55
F21	S7	×	D21	0	15	56	59	50	50
F23	S8	×	D23	10	15	25	30	35	39
F24	S8	×	D24	10	20	20	35	17	20
F26	S9	×	D26	11	33	55	40	25	35
F27	S9	×	D27	35	35	25	20	16	28
F29	S10	×	D29	5	15	60	75	15	30
F30	S10	×	D30	15	25	40	40	15	35

*東京水産大学

1.0g), 20~22週(同8.1g), 29~31週(同24.6g)の3時点で行った(以下,それぞれ1gサイズ群,8gサイズ群,25gサイズ群と表記する)。

1回の感染実験につき,各交配組より無作為に40尾を抽出し,飼育容器に収容した。各飼育容器にIHNウイルス(以下,IHNVと表記する)のTK8901株を浸漬濃度が $10^{5.6}$ TCID₅₀/mlになるよう注入し,稚魚を1時間浸漬した後,ウイルス液を回収した。その後,各組の稚魚を20尾ずつの2区に分け,半循環水で21日間の給餌飼育を行い生残率を算出した。この間の飼育水温は12.7~13.7℃であった。なお本実験は,ニジマスの成長に伴うIHNに対する感受性の変化を明らかにするための実験と併用で行ったものであり,供試ウイルスの由来と感染実験の詳細については河西ら⁷⁾に記載されている。

遺伝率と母性効果の推定 遺伝率は級内員数が異なる場合の分散分析法¹⁰⁾により,母性効果は内藤⁴⁾の方法により算出した。今回の実験では生残率が二項分布すると考えられたため,遺伝率の算出にあたっては生残率を逆正弦変換し分散を平均値から独立させた¹¹⁾。

以上から,表現形質に関する父親成分をS,母親成分をD,父親成分からの遺伝率を hs^2 ,母親成分からの遺伝率を hp^2 ,母性効果をM.Eとすると,遺伝率と母性効果を下式により算出した。なお,実験期間中に一部の区で不明魚が出現したが,ごく少数であったため逆正弦変換の際に重み付けの処理を行わなかった。

$$hs^2 = \frac{4S}{S+D+821}$$

$$hp^2 = \frac{4D}{S+D+821}$$

$$M.E = \frac{D-S}{S+D+821}$$

結 果

サイズ別のIHNV感染実験における生残率を表1に示した。全へい死魚についてウイルス検査を行った結果,IHNVの検出率は1gサイズ群98.6%,8gサイズ群99.6%,25gサイズ群100%であった。小さなサイズではへい死魚の傷みもあり検出率がやや低かったが,対照区におけるへい死魚が皆無であったことから,へい死は全てIHNVの感染によるものと判断された。各飼育容器ごとの生残率は1gサイズ群で0~45(平均13.0)%,8gサイズ群が10~80(同42.0)%,25gサイズ群では10~90(同42.5)%となり,成長に伴い平均値が高くなるとともに範囲も拡大した。反復区間の差は1gサイズ群で0~30%,8gサイズ群が0~35%,25gサイズ群では0~46%であった。

遺伝率と母性効果を推定するための分散分析表を表2~4に示した。IHNに対する抗病性の遺伝率(hs^2)は1gサイズ群で0.30,8gサイズ群が0.04,25gサイズ群では0.43と推定された。母性効果は1gサイズ群と25gサイズ群が-0.06,8gサイズ群では0.08と推定され

表2 分散分析法による遺伝率の推定(1gサイズ群)

変 動 因	自 由 度	平 方 和	平均平方	分 散 比	平均平方の期待値
父親間	8	3,369.4	421.18	5.48**	E+2D+4.64S
同一父親内母親間	12	1,239.5	103.29	1.34	E+2D
同一父母内兄弟間	21	1,613.8	76.85		E

分散比: **は危険率0.1%水準で有意。 分散成分: D=13.22, S=68.51
 遺伝率: $hs^2=0.30$, $hp^2=0.06$ 母性効果: M.E=-0.06,

表3 分散分析法による遺伝率の推定(8gサイズ群)

変 動 因	自 由 度	平 方 和	平均平方	分 散 比	平均平方の期待値
父親間	8	1,869.5	233.69	5.86**	E+2D+4.64S
同一父親内母親間	12	2,346.5	195.54	4.91**	E+2D
同一父母内兄弟間	21	837.1	39.86		E

分散比: **は危険率0.1%水準で有意。 分散成分: D=77.84, S=8.22
 遺伝率: $hs^2=0.04$, $hp^2=0.34$ 母性効果: M.E=0.08

表4 分散分析法による遺伝率の推定 (25g サイズ群)

変 動 因	自 由 度	平 方 和	平均平方	分 散 比	平均平方の期待値
父親間	8	4,951.3	618.91	14.09**	E+2D+4.64S
同一父親内母親間	12	1,657.5	138.13	3.14*	E+2D
同一父母内兄弟間	21	922.7	43.94		E

分散比：**は危険率1%水準で有意。 分散成分：D=47.10, S=103.62
 遺伝率： $h_s^2=0.43$, $h_D^2=0.19$ 母性効果：M.E=-0.06

た。

考 察

選抜育種にあたっては、一般に遺伝率が0.3以上の場合は個体選抜が、それ以下の場合では家系選抜が効果的であるとされている⁹⁾。今回の実験でIHNに対する抗病性の遺伝率は、1gサイズが0.3、8gサイズが0.04、25gサイズは0.43と推定されたことから、8gサイズにおいてIHNに対する抗病性の強いニジマスを作成するには家系選抜が、25gサイズでは個体選抜がそれぞれ有効であり、1gサイズについてはいずれの方法でも選抜効果に差がないと考えられた。なお、1gサイズにおける遺伝率については、同一父親内母親間分散と誤差分散との分散比が危険率を27%水準まで落とさないと有意とはならなかったため、推定値には多少の誤差が含まれていることも考えられる。この点を確認するため、今後さらに精度の高い実験を行う必要がある。

河西ら⁷⁾は複数の親魚を用いて作出されたニジマス稚魚の場合、集団全体としては成長に伴いIHNVに対する感受性が低下するが、腹仔別に検討すると成長に伴って感受性が高まる場合もあることを指摘している。これらのことはIHNに対する抗病系品種の作出にあたっては、ある1サイズ時における選抜のみでは十分な育種効果を上げ得ないことを示している。具体的には1gサイズにおける攻撃試験で生残率の高かった群を選抜育種しても、8gや25gサイズでの抗病性が必ずしも保証されないことを意味している。各地の養鱒場の中には経費等の制約上、種苗サイズから出荷サイズまで一貫した防疫体制を敷くことが困難なところも少なくない。したがって育種目標としては、どのようなサイズにおいてもIHNに罹りにくい系統を作成することが理想的である。今回の供試魚サイズの範囲において、具体的な選抜育種法を検討すると、IHNVに

非感染状態で飼育された各交配組より、1gサイズ時と8gサイズ時にそれぞれ供試魚を抽出して感染実験を行い、2サイズともに生残率の高かった交配組を優良家系に選定し、さらにこの優良家系のIHNV非感染魚について25gサイズ時に感染実験を行い、生残個体を親候補として選抜育種する等の方法が考えられる。

枝分かれ交配を用いた遺伝率の推定は近交係数が0であることを前提としている。今回の供試魚は東京都水産試験場奥多摩分場で継代飼育された親魚に由来する集団であり、近交係数が0ではないことから遺伝率がやや高めに推定されている可能性がある。しかし、山本ら⁹⁾も指摘するように、多数の親魚による継代集団での近交係数は比較的小さな値となり、遺伝率の推定値への影響は小さいと考えられる。

文 献

- 1) 花田博・植松久男・松島又十郎 (1975) IHN ウイルス耐病系統の選抜育種試験. 昭和54年度静岡水試事業報告. : 298-302.
- 2) 鈴木雄策・植松久男 (1989) IHN 耐病系統の選抜育種試験. 昭和63年度静岡水試事業報告. : 290-291.
- 3) 荒井真・熊崎隆夫 (1985) マス類のウイルス病に関する研究 -Ⅷ-, ニジマスのIHN耐病系の選抜について. 岐阜水試研報., (30) : 29-32.
- 4) 内藤元男 (1973) 家畜育種学. 養賢堂, 東京 : 56-61.
- 5) Amend, D. F. (1974) Infectious hematopoietic necrosis (IHN) virus disease. U. S. Fish Wildlife Serv., Fish Disease Leaflet : 39.
- 6) Amend, D. F. and J. R. Nelson (1977) Variation in the susceptibility of sockeye salmon *Oncorhynchus nerka* to infectious hematopoietic necrosis virus. *J. Fish Biol.*, 11 : 567-573.
- 7) 河西一彦・米沢純爾・小野淳・長谷川敦子・本間智晴・福田

- 穎穂 (1993) ニジマス成長に伴う伝染性造血器壊死症 (IHN) に対する感受性の変化. 魚病研究, 28 (1) : 35-40.
- 8) McIntyre, J. D. and D. F. Amend (1978) Heritability of tolerance for infectious hematopoietic necrosis in sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*). *Trans. Amer. Fish. Soc.*, 17 : 305-309.
- 9) 山本聡・三城勇・佐藤良三・小原昌和・田原偉成 (1991) ニジマスの IHN の遺伝率に対する抵抗性の遺伝率の推定. 日本水産学会誌, 57 (8) : 1519-1522.
- 10) Becker, W. A. (1975) *Manual of quantitative genetics*, 3rd ed., Washington State Univ., Washington : 41-52.
- 11) スネデッカー・コ克蘭 (1972) 統計的方法. 岩波書店, 東京 : 312-313.