



Title	鮭精子の活力に及ぼす媒液の影響
Author(s)	岡田, 雋; OKADA, Shun; 伊藤, 哲司 他
Citation	北海道大學農學部邦文紀要, 2(4), 162-170
Issue Date	1956-11-18
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/11630
Type	departmental bulletin paper
File Information	2(4)_p162-170.pdf



鮭精子の活力に及ぼす媒液の影響*

岡 田 雋**
伊 藤 哲 司**

The Influences of the Medium on the Activity of Spermatozoa of Dog-salmon, *Oncorhynchus keta* (WALBAUM)

By

Shun OKADA and Tetsushi ITO

(Zoological Institute, Faculty of Agriculture, Hokkaido University)

1. 緒 言

鮭 *Oncorhynchus keta* (WALBAUM) の精子は精巢内或は体外に排出された原精液 (Dry sperm) の中では運動が全然観察されないが、自然の受精環境である淡水に之を混和すると極めて活潑な運動を現す。体内受精を行う牛馬等の精子も睪丸、副睪丸の中では不動の状態にあるが、精囊、摂護腺、カウペル氏腺の副生殖腺分泌物が添加されて体外に射出された精液中では活潑な運動が認められる。

之によつて見ると、鮭の場合に於ける淡水は牛馬等の場合に於ける副生殖腺分泌物に相当する役割を果している様に考えられる。然しこの分泌液は精子の受精力には殆ど無関係で、副睪丸尾部或は輸精管から直接採取された精子でも牝畜を完全に受精させることが出来、その作用は精子の活動を一時的に増強するが、却てこの為はその寿命を短縮せしめる (西川, 1952) と云う。鮭の場合に於ては受精の際淡水の存在は絶対に必要で、之なくしては精子に運動が現れず、又卵子を受精させることも出来ない。然し精子に運動を発現せしめ受精を完遂せしめる媒液は必ずしも淡水であることを要せず、之に代る種々の媒液が知られて居り、或るものは精子の活動期間を著しく延長させることも報

告されている。

著者等は北海道千歳さけ・ます孵化場に発生している鮭卵の不受精現象解明の為その基礎的研究として、鮭精子の運動発現及びその活動期間が媒液の如何なる条件に依つて支配されるかを明かにする為に、種々の溶液を媒液として本実験を行つた。

本文に先ち実験中種々懇切な御助言を賜つた北大犬飼哲夫教授、同低温科学研究所青木廉教授、並に材料の採取に種々便宜を供与された北海道さけ・ます孵化場千歳支場の関係官各位に対し深謝の意を表する。

2. 実験材料及び方法

1955年11~12月千歳さけ・ます孵化場西越採卵場で捕獲された鮭の成熟雄から、圧腹法で精液を搾出採取し之を直ちに札幌の実験室へ持ち帰つて実験に供した。

鮭の精子は空気との接触を遮断され、或は比較的高い温度に曝されると極めて短命であることが明かにされている (岡田・伊藤, 1955) ので、この点に留意して底面積の広い硝子瓶に成るべく少量づつ原精液を分容し 5°C 内外の低温で運搬並に保存に当つた。この方法によれば数日間充分生存するが、2日以上経過したものは成るべく実験に供することを避けた。

実験媒液には (1) 蔗糖液, (2) NaCl 液, (3) CaCl₂ 液, (4) 平飼食塩液, (5) 海水, (6) 体腔液の6種を使用した。之等は (5), (6) を除き何れも NaHCO₃

* 本研究は北海道科学研究費補助金の一部を使用して行われた。記して謝意を表する。

** 北海道大学農学部応用動物学教室

若干 - の精子も存在する。M/6 以下では殆ど凡ての精子が運動し、殊に M/200 の如き稀薄溶液中では活潑な運動を現わすが、一般に淡水中に於けるものに比し稍々運動が不活潑である。之を要するに NaCl 液中で精子が活動を現わす限界濃度は略 M/4 と云うことが出来る。

(2) 精子の活動期間

上記各濃度の NaCl 液中に於ける精子の活動期間は第4表の如くである。

第4表 NaCl 液中における精子の活動期間

NaCl 液濃度	活動期間 (分)	
	範 囲	平 均
M/2		0
M/3		0
M/4	1~2	2
M/5	10~30	20
M/6	65~75	70
M/7	60~75	65
M/8	30~55	50
M/10	25~50	40
M/14	10~20	15
M/20	3~5	4
M/200	1~1.5	1

即ち M/6 及び M/7 で活動期間最も長く 60~70 分続く。その活力程度は 5 分内外 \pm が現れるが、その後殆ど + となり - の精子が増えて来る。30 分後 + も稀になるが 70 分前後まで活動精子が残存する。

之より濃度が濃くなれば活動精子が減少し、その活動期間も短縮し、薄くなれば次第に活動期間は短くなるが、活動精子の数は増えること、蔗糖液の場合と同じである。M/200 の如き稀薄溶液中では淡水中に於けると同様極めて活潑な運動を現し且短命である。

(3) 濃厚液の精子に対する作用

M/2 及び M/3 の各濃度では精子は活動を現さないが、或る時間内ならば之に水を加えて濃度を薄めると運動を現わす。即ち M/3 では 10 分以内ならば活動を現すが、M/2 では 5 分で既に活動を現す能力を失つている。

第5表 CaCl₂ 液各種濃度における精子の活力

CaCl ₂ 液濃度	M/3	M/6	M/9	M/12	M/15	M/18	M/21	M/24	M/27	M/30
精子の活力	-	-	-	+	\pm	\pm	\pm	\pm	\pm	\pm

之に依つて濃厚液中で運動を現さないことは直ちに精子の死を意味しているものでないことが解るが、濃度の高い程有害に働き速かに致死的に作用するものと考えられる。

5. CaCl₂ 液中に於ける精子の活力

(1) 活動を現す限界濃度

各種濃度の CaCl₂ 液で原精液を稀釈した直後の精子の活力は第5表の如くである。

表示の如く、M/3、M/6 及び M/9 の各濃度では精子の運動が現われないが、M/12 で始めて少数の精子が + の活動を現わす。M/15 より稀薄になるに従い \pm が次第に増えて来るが、- の精子も少ない。斯様に CaCl₂ 液中で精子が活動を現わす限界濃度は、蔗糖液や NaCl 液の場合に較べて可なり低く略 M/12 である。

尙本実験で M/18 以上の濃厚溶液中に於ては顕著な精子の膠着現象 (Agglutination) が見られた。一般に CaCl₂ 液中では活動精子の数が少いが、之は主としてこの現象の爲と考えられる。膠着現象は蔗糖液、NaCl 液中では観察されないが、CaCl₂ 液でも M/18 以下の稀薄濃度では次第に不顕著になつて来る。

(2) 精子の活動期間

上記各濃度の CaCl₂ 液中に於ける精子の活動期間は第6表の如くである。

第6表 CaCl₂ 液中における精子の活動期間

CaCl ₂ 液濃度	活動期間 (分)	
	範 囲	平 均
M/3		0
M/6		0
M/9		0
M/12	1~2	2
M/15	2~5	4
M/18	2~5	4
M/21	3~7	6
M/24	3~7	6
M/30	1~3	2
M/300	1~1.5	1

第 7 表 B. S. S. 各種濃度における精子の活力

B. S. S. 濃度	M/2	M/3	M/4	M/5	M/6	M/7	M/8	M/10	M/12	M/14	M/20
精子の活力	-	-	++	++	++	++	++	++	++	++	++

本実験では何れも余り著しい活動期間の延長は現われず、M/21 及び M/24 で 6 分内外の活動期間を示したのが最長である。その精子活力は 1 分内外 ++ が見られるが、以後 + も次第に減少し 7 分で全く - となる。M/300 の如き稀薄溶液では殆ど淡水中と変らぬが、若干活潑性が劣る様である。

(3) 濃厚液の精子に対する作用

M/3, M/6 及び M/9 では精子の活動が現われないが、直ちに水を加えて稀釈しても蔗糖液や NaCl 液に見られた如き精子の活動が現われない。稀薄溶液に於ても精子活力が余り良好でない事実と共に、CaCl₂ 濃厚溶液の作用はかなり強烈で殆ど直ちに致死的に働くものと考えられる。

6. 平衡食塩液中に於ける精子の活力

(1) 活動を現す限界濃度

各種濃度の平衡食塩液* (Balanced salt solution, B. S. S.) で原精液を稀釈した直後に於ける精子の活力は第 7 表の如くである。

表示の如く、M/2 及び M/3 濃度では精子の運動が現われないが、M/4 で若干 ++ の精子が現われる。M/5 以下では濃度の薄くなる程活動は活潑となり、殆ど凡ての精子が活動する。

以上の如く B. S. S. 中で精子が活動を現わす限界濃度は略 M/4 で、一般に NaCl 液の場合とよく似た結果を示している。

(2) 精子の活動期間

各濃度の B. S. S. 中に於ける精子の活動期間は第 8 表の如くである。

最も長い活動期間を示すのは M/7 の 120 分で、その前後の M/6 及び M/8 も殆ど之に近い活動期間を示した。活力程度は 5 分内外 ++ を示し、次で 40 分まで + も多いが、その後次第に減少し、130 分後には活動精子が全く消滅する。NaCl 液も M/7 前後の濃度で最も長い活動期間を示したが、B. S. S. では更に大分活動期間が延長される。

* M/1 NaCl: M/1 KCl: 2/3 M CaCl₂ = 100:2.8:3.4 左の如く体積比に混合したものを M/1 B. S. S. とし、緩衝蒸留水で稀釈して各種濃度の溶液を調製した。

第 8 表 B. S. S. 中における精子の活動期間

B. S. S. 濃度	活動期間 (分)		
	範	圍	平均
M/2			0
M/3			0
M/4	3~10		8
M/5	10~70		40
M/6	90~100		95
M/7	90~130		120
M/8	90~110		100
M/10	70~90		80
M/12	30~60		50
M/14	15~30		25
M/20	5~10		8

(3) 濃厚液の精子に対する作用

M/2 及び M/3 濃度では精子の活動が現れないが、或る時間内ならば水で稀釈すると運動を現わす。即ち M/3 では 15 分、M/2 では 10 分以内で、之も NaCl 液の場合とよく似ているが、少々有害作用が弱い傾向が見られる。

7. 海水中に於ける精子の活力

海水是最寄りの海岸から採取したもので、その塩分濃度は塩素定量により 33.3% と算出された。之を緩衝蒸留水で稀釈して各種濃度の海水を作製した。

(1) 活動を現す限界濃度

各種濃度の海水で原精液を稀釈した直後の精子の活動状況は第 9 表の如くである。

第 9 表 海水各種濃度における精子の活力

海水濃度 (%)	100	80	60	50	45	40	30	20	10
精子の活力	-	-	-	-	++	++	++	++	++

即ち 50% 以上の海水では精子は活動を現わさないが、45% 海水で若干の ++ 精子が現われる。40% 以下の稀薄海水では殆ど凡ての精子が活動し、濃度の薄い程運動は活潑である。

即ち精子は 45% 海水で始めて運動を現わすが、海

水を NaCl 単独塩溶液と見做せば之は略 M/4 NaCl に相当して居り、NaCl 液の場合と大体一致した結果を示している。

(2) 精子の活動期間

上記の各濃度海水中に於ける精子の活動期間は、第 10 表の如くである。表示の如く最も長い活動期間を示すのは 20% 海水 (略 M/9 NaCl 液相当濃度) で 110 分内外であるが、その活力程度は 5 分内外 卅が見られ、次いで 卅 が次第に減少しつつ、130 分内外は続く。尙 30~15% の範囲では殆ど之に近い活動期間を示すが、之を NaCl 液濃度に換算すれば M/6~M/12 に相当する。

第 10 表 海水中における精子の活動期間

海水濃度 (%)	NaCl 液換算濃度	活動期間 (分)	
		範 囲	平 均
100	M/1.8		0
80	M/2.2		0
60	M/2.9		0
50	M/3.5		0
45	M/3.9	3~5	5
40	M/4.4	25~30	30
30	M/5.9	60~100	80
25	M/7.4	60~110	90
20	M/8.9	70~130	110
15	M/12	50~100	80
10	M/18	25~30	30

(3) 濃厚海水の精子に対する作用

既述の如く 50% 以上の海水中では精子の活動が現れないが、或る時間内ならば水で稀釈することに依り活動が現れる。即ち 50% 及び 60% 海水では 10~15 分、70% 及び 80% 海水では 5~10 分、原海水では 5 分以内ならば活動を現し、NaCl 単独液の場合に較べ稍々有害度が小さい傾向が見られる。

8. 体腔液中に於ける精子の活力

搾出した卵子をガーゼで濾過すると稍々黄色の透明な体腔液が得られる。この体腔液の滲透圧は実測の結果 $\Delta = -0.64$ の氷点降下度を示し略 M/6 NaCl と等調である。SCHEURING (23) は *Salmo irideus* の体腔液で $\Delta = -0.5$ を測定しているが、之は大体 M/7 NaCl に等調で著者等の測定値と稍々差がある。しかし、山本 (1942) は *O. keta* の卵で著者等の測定値と殆ど一

致する $\Delta = -0.62$ を実測している。

本実験はこの原体腔液及び緩衝蒸溜水で稀釈調製した各種濃度の体腔液を用いて行つた。

(1) 活動を現す限界濃度

各種濃度の体腔液で原精液を稀釈した直後の精子の活動状況は第 11 表の如くである。

第 11 表 体腔液各種濃度における精子の活力

体腔液濃度 (%)	100	70	50	30	10	5
精子の活力	卅	卅	卅	卅	卅	卅

表示の如く原体腔液の中でも直ちに運動が現われるが、比較的緩慢である。濃度が低くなる程運動は活潑になり 5% 体腔液では 卅 が現われる。

(2) 精子の活動期間

各濃度の体腔液中に於ける精子の活動期間は第 12 表の如くである。

第 12 表 体腔液中における精子の活動期間

体腔液濃度 (%)	NaCl 液換算濃度	活動期間 (分)	
		範 囲	平 均
100	M/6	60~240	120
70	M/8.6	150~180	170
50	M/12	120~300	150
30	M/20	90~180	120
10	M/60	10~30	10
5	M/120	2~5	3

即ち 70% 体腔液中でも最も長い活動期間を示し平均 170 分であるが、之を等調の NaCl 濃度で表すと M/8.6 に相当する。尙 50%, 30% 体腔液も原体腔液と共に之に近い活動期間を示す。尙之等の液中で - となつた精子も 24 時間以内に水で薄めると再び若干 卅 が現われる。但し 48 時間後には水を加えても運動は現われなかつた。

(3) 体腔液の精子に対する作用

著者等は別の報告 (1955) で、体外採取精液は空気との接触を遮断されると速かにその活力を失うこと、及び或る時間内ならば、この精液を空気に接触させると再び精子活力が恢復することを明かにした。

今新鮮精液をアンプル内に密封して空気との接触を遮断し、一定時間後開封して空気と再び接触せしめた後、水及び体腔液で稀釈して活力恢復の有無を比較観察した結果を示すと第 13 表の如くである (室温)。

第 13 表 不動精子に対する体腔液の賦活作用

空気遮断時間		1 時間		2 時間		3 時間	
		直 後	曝 気	直 後	曝 気	直 後	曝 気
稀 積 液	水	-	5分後 卍	-	120分後 -	-	70分後 -
	原 体 腔 液	+		-	45分後 卍	-	50分後 卍
	50% 体腔液	卍		-	20分後 卍	-	30分後 卍

即ち空気遮断1時間後、1滴の精液を水で稀積して見ると活力は既に - で全然活動するものがない。活力回復は曝気5分後に始めて認められる。然るに水で活力 - の精液も原体腔液で稀積すれば +, 50% 体腔液では 卍 の活力を示す。

2時間及び3時間空気遮断の場合は、水、体腔液の何れにも活力 - であるが、曝気後の回復は水よりも体腔液殊に50%体腔液による方が遙かに速かである。この場合体腔液の代りに M/7 B. S. S. を使用しても同様な効果は見られなかつた。

之から見て体腔液殊に若干稀薄な体腔液が著しい精子賦活機能を有することが解る。

9. 考 察

以上の実験結果から鮭精子は、(1) 各溶液中で一般に淡水中よりもかなり長い活動期間を示すこと、(2) 各液に精子が運動を現わす限界濃度があり、(3) また最も長く活動の続く好適濃度が存在すること等が解る。

原精液中で精子に運動の認められないことは既に述べたが、GRAY (1928) は之を精子が密集して運動の為の余地がないことに帰している。実際今微量の体腔液で原精液を弛めると微かに精子の活動が現われて来るから、GRAY のこの解釈は妥当の様に考えられる。

然し既述の各実験で原精液は何れも 20 倍に稀積されているに拘らず、高濃度に於て精子に運動が現われないと云う事実は、この場合に於ける精子の運動発現

が別の機構に支配されていることを示している。

今各実験に於ける精子の運動発現の限界濃度を比較対照すると第 14 表の如くである。

媒液の精子に対する作用としては主として(1)物理的な浸透圧と(2)化学的なイオンの影響とが考えられるが、蔗糖液は非電解質であるからイオンの影響は一応無視することが出来、分子の現す浸透圧だけが問題になる。

蔗糖液に於ては M/2 以上の濃度では運動が現われず、又この中に一定時間を越えて放置されると最早水を加えても活動を現す能力を喪失する。精子の活動は M/3 で僅かに現われ、それより濃度が低くなるに従い活動精子が増加して来る。又 M/3~M/8 中では余り運動が活潑でないが、水を加えて濃度を稀積すると顯著に運動が活潑化する。之等の事実は浸透圧が精子の運動を抑制する如く働き、高濃度に於ては之が致死的に作用することを示すものと考えられる。

NaCl 液では M/4 が運動の現われる限界濃度であるが、この場合には解離イオンも浸透圧を示し M/4 NaCl の現わす浸透圧は理論的には M/2 蔗糖液と等調である。然し一般に高濃度になると実際の浸透圧は理論値とかなりの差を示すもので、実測の結果に依ると M/4 NaCl の氷点降下度は -0.86 度; M/2 蔗糖液は -1.12, M/3.5 同液は -0.56 であつた。現在 M/3 蔗糖液の実測値を欠くが、上記の実測値から M/4 NaCl の現わす浸透圧は略 M/3 蔗糖液と等調と推定され、何れも略同浸透圧で精子の運動が現われると考えられる。

平衡食塩液に於ても限界濃度は M/4 NaCl と等調の浸透圧である。海水では 45% 海水が限界濃度であるが、之は溶質が凡て NaCl と見做す時、略 M/3.9 NaCl に相当する。従つて厳密には多少の差はあつても同様に M/4 NaCl と略等調の浸透圧で運動が現われると云うことが出来る。

次に CaCl₂ 液中での限界濃度は M/12 で、之は理論的には M/4 蔗糖液或は M/8 NaCl 液と等調であ

第 14 表 精子の運動発現の限界濃度

蔗 糖 液	M/3
NaCl 液	M/4
CaCl ₂ 液	M/12
平衡食塩液	M/4 NaCl 等調
海 水	M/3.9 NaCl 相当
体 腔 液	(M/6 NaCl 等調)

るから、既述の各液よりかなり低い滲透圧で始めて運動が現われる。然し CaCl_2 液中では精子の膠着現象が現われたり、限界濃度以上では殆ど直ちに精子が斃死すること、又低濃度に於ても一般に活動精子が少いこと等から、イオンの影響が大きく働いていることが考えられる。塩溶液では滲透圧の外にイオンが大きく作用することは、別の実験で KCl の限界濃度が $\text{M}/40$ 、 MgCl_2 液が $\text{M}/9$ であつたことから推定出来る。

体腔液は略 $\text{M}/6$ NaCl 液と等調で NaCl 液の限界濃度 $\text{M}/4$ よりかなり低調であり、この中で精子は既に運動を現わす。

ELLIS & JOHNS (1939) に依れば *Salmo salar* の精子は 50% 以上の海水中では活動を現わさない。山本 (1948) もサケで $\text{M}/4$ 以上の平衡食塩液或は之と等調の蔗糖液中では精子は活動を示さないことを指摘しており、著者等の実験結果と共に $\text{M}/4$ NaCl 以下の滲透圧で始めて精子に運動が現われることに何れも一致している。又西川・佐々木 (1946) に依れば、馬の射出精液も、高調液中では濃度の高い程運動が緩慢で、終には全く運動を現わさないと云う。その限界濃度は NaCl 液では 2.6% (氷点降下度 -1.49) でこれは約 $\text{M}/2.2$ に当り鮭の場合より稍々高い。

次に精子の最も長く活動する濃度を中心として、その前後の濃度と活動期間との関係を各液一括して図示すれば第 1 図の如くである。

即ち精子は或る一定濃度で始めて運動が可能になり

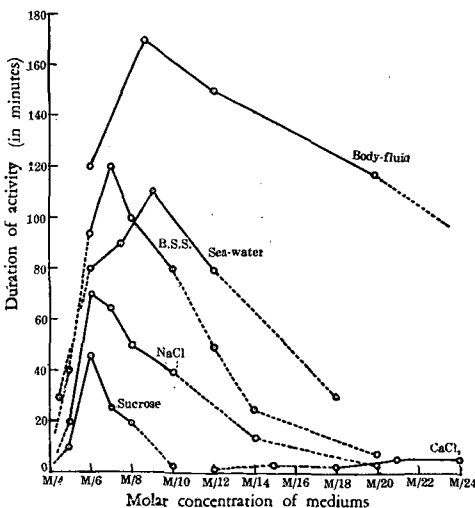


Fig. 1. The duration of activity of spermatozoa in the optimum concentration of mediums.

濃度の低下と共に活動精子の数が次第に増加し、或る濃度まではその活動時間も延長して来る。

既に述べた如く高濃度溶液は、精子に対して致死的有害作用と運動抑制作用とを及ぼすと考えられるが、濃度が薄くなるに従つて之等の作用が緩和減退して運動が次第に自由になつて来る。その運動が精子の保有する運動源物質を最も緩徐に消費する状態の時、精子は最も長く活動すると考えられる。事実この場合に於ける運動を観察すると淡水中に於けるよりも明かに活潑性を欠いている。活動期間を最も延長せしめる好適濃度は NaCl 液では $\text{M}/6 \sim \text{M}/7$ で 60~75 分、B.S.S. では $\text{M}/6 \sim \text{M}/8$ で 90~130 分、海水では $\text{M}/6 \sim \text{M}/9$ (NaCl 換算) で 60~130 分である。 NaCl 液より B.S.S. 及び海水中で長い活動期間を示すのはイオンの拮抗作用により単塩の有害作用が減殺される為であろう。体腔液が $\text{M}/6 \sim \text{M}/20$ (等調 NaCl 液) で 90~300 分の長い活動期間を示すのもこの拮抗作用が完全に近く保たれている為と考えられる。蔗糖液では $\text{M}/6$ で 30~50 分の活動期間を示し、前述の各液より短い。之はイオンの存在しないことも精子の生存に対して有利でないことを示すものであり、 CaCl_2 液では $\text{M}/22 \sim \text{M}/24$ で 3~7 分に過ぎないが、之は既に述べた如く Ca イオンが極めて有害に働くからであろう。

最適濃度を滲透圧の点から考察すると、 $\text{NaCl} > \text{B.S.S.} > \text{海水} > \text{体腔液} > \text{蔗糖液} > \text{CaCl}_2$ 液の順に僅かずつ低調の方へづれているが、この活動期間は斯様な比較に供し得る程正確な測定数値とは云えない。寧ろ $\text{NaCl} < \text{B.S.S.} < \text{海水} < \text{体腔液}$ の順に広い範囲で長く活動すると云えるが、之は如何なる理由に依るものか充分な説明が出来ない。

之より濃度が稀薄になるに従い、有害作用も抑制作用も益々減退して精子の運動は愈々活潑化し、従つて運動源物質の消費も迅速となり活動期間が短くなるものと考えられる。終に淡水の如き稀薄溶液 ($d=0.04 \sim 0.05$, $\text{M}/400$ NaCl と略等調) 中では 60 秒内外の活動期間となる。然し動物の種類によっては低調液中で生存出来ないものもある。山本 (1948) は海産の黒頭鰈で $\text{M}/8$ B.S.S. 以下の濃度では精子に運動が現われないことを見て居り、西川・佐々木 (1946) は馬の射出精液を低調液に入ると震動様の運動を示し、更に低調の液中では不動となつて斃死することを明かにしている。然し鮭の精子は蒸溜水の中でも活潑に運動出来る性質を具備している。

之を要するに、精子が媒液中で運動を現わす機構に

は媒液の滲透圧が明かに大きな因子となつて居り、或る一定の滲透圧以下で始めて運動の抑制が解かれると考えられる。精子は滲透圧の低い程運動が自由であるが、同時にイオンの精子に対する作用もあつて、媒液により活動期間に長短が生ずる。而して精子が保有する運動源物質を最も緩徐に消費する運動状態の濃度で、活動が最も長く続く。之より濃度が低下すれば滲透圧、イオンの有害作用や抑制作用が愈々減退し、運動は益々活潑化して運動源物質の消費が迅速となり、従つて活動時間が短くなって終に淡水中に見られる60秒内外になるものと考えられる。

10. 結論及び摘要

鮭 *Oncorhynchus keta* (WALBAUM) 精子の運動発現及びその活動期間が、媒液の如何なる条件に依つて支配されるかを知る為には本実験を行つた。

(1) 原精液 (Dry sperm) 中では精子の活動は現れない。之は GRAY (1928) の云う如く、精子が密集して運動の余地がない為と考えられる。

(2) 淡水中では活潑な運動を現わずが、活動期間は極めて短く殆ど60秒内外で全く不動となる。

(3) 原精液を各種濃度の蔗糖液、NaCl 液、CaCl₂ 液、平衡食塩液、海水、体腔液で20倍に稀釈し、之等媒液の精子に対する影響を観察した。その結果は次に述べる通りである。

(4) 蔗糖液 NaCl 液、平衡食塩液、海水では何れも M/4 NaCl と略等調の滲透圧で始めて精子の活動が現われる。

(5) この限界濃度より高い濃度では精子の活動が現れない。然し之は直ちに精子の死を意味するものではなく、或る時間内ならば水で濃度を薄めると運動が現われる。その時間は濃度が高くなる程短くなり、速かに死に至る。例えば M/3 NaCl 中では10分、M/2 NaCl 中では5分以内である。

(6) 限界濃度より低くなるに従つて活動精子の数が増加し、或る濃度まではその活動期間も延長して来る。但し一般にその運動は淡水中に於ける程活潑ではないが、この場合にも水で稀釈すると顕著に運動が活潑化する。

(7) 好適濃度に於ける活動期間は、蔗糖液 M/6 で30~50分、NaCl 液 M/6~M/7 で60~75分、平衡食塩液 M/6~M/8 で90~130分、海水 M/6~M/9 (NaCl 換算) で60~130分である。平衡食塩液、海水中で NaCl 液中より活動期間が長いのは、イ

オンの拮抗作用により単塩の有害作用が滅殺される為であり、蔗糖液中で短くなるのはイオンの存在せぬことも精子の生存に有利でないことを示すものと考えられる。

(8) CaCl₂ 液に於ける運動の発現限界濃度は M/12 で、之は M/8 NaCl と等調であるから前述の諸液に比しかなり低い滲透圧で始めて運動が現われる。限界濃度を越える液中では殆ど直ちに斃死し、限界濃度以下の液中でも精子に膠着現象が見られ、運動も不活潑である。活動期間も好適濃度の M/21~M/24 で僅かに3~7分に過ぎない。之等は Ca イオンが極めて有害に働いていることを示すものと考えられる。

(9) 体腔液は略 M/6 NaCl と等調で、この中で精子は直ちに運動を現わす。好適濃度は M/6~M/20 で90~300分の活動期間を示し、実験液中最も長く活動する。これはイオンの拮抗作用が最も完全に近く保たれていることに依るのである。

(10) 以上の結果から、精子の活動発現には媒液の滲透圧が重要な因子となつて居り、一定の滲透圧以下で始めて運動の抑制が解かれる。精子は滲透圧が低くなる程運動の自由を得るが、同時にイオンの作用も働いて媒液により活動期間に長短を生ずる。而して精子が最も緩徐にその保有する運動源物質を消費する運動状態の濃度で最も長く活動が続く。更に濃度が低くなれば滲透圧、イオンの影響が愈々減退して運動は益々活潑化し、従つて運動源物質を速かに消費して短命となり、終には淡水中で見られる60秒内外となるものと考えられる。

文 献

- 1) COHN, E. J.: Studies in the physiology of spermatozoa. Biol. Bull. 34 (167), (1918).
- 2) ELLIS, W. G. & JONES, J. W.: The activity of the spermatozoa of *Salmo salar* in relation to osmotic pressure. Brit. Jour. Exp. Biol. 16 (530), (1939).
- 3) 藤田経信: 鱒類の精卵, 鮭鱒彙報, 3 (6), (1931).
- 4) ———: 水産蕃殖学 (水産学全集 Vol. 6), 厚生閣, (1934).
- 5) GRAY, J.: The effect of dilution on the activity of spermatozoa. Brit. Jour. Exp. Biol. 5 (337), (1928).
- 6) 西川義正: 家畜人工受精法, 養賢堂, (1952).

- 7) ———・佐々木 義：馬精虫の抵抗力に関する研究 I. 馬精虫の生存に及ぼす異常滲透圧の影響，日獣学会誌，8 (3,4)，(1946).
- 8) 岡田 雋・伊藤哲司：鮭人工孵化に於ける不受精現象の研究 I. 精子の活力と受精力について 北水研試報，10 (1, 2)，(1955).
- 9) SCHEURING, L.: Biologische und physiologische Versuche an Forellensperma. Allgemeine Fish. Zeit. 17 (138)，(1923).
- 10) 梶山正雄：受精生理学，養賢堂，(1940).
- 11) 山本喜一郎：サケ卵の孵化行程に及ぼす低温の影響，北水研試報 1 (1)，(1946).
- 12) ———：魚類の精子の活動に関する 2,3 の観察，鮭鱒叢報，45, 46, 47 合併号，(1948).
- 13) ———：サケ及マスの卵の受精方法に就ての考察，北水研試報 4 (2)，(1949).

Résumé

The spermatozoa of the dog-salmon remain immovable in dry sperm. They exhibit active movement when the sperm is poured into fresh water, though the duration of the activity is very short, lasting only about 60 seconds.

The present work was done to make clear what conditions of mediums control the activity and the duration of the activity of the spermatozoa. Several kinds of mediums such as sucrose, NaCl, CaCl_2 solution, sea water, balanced salts solution (B.S.S.) and body-fluid were used for experiments, diluting the sperm by 20 times in each solution.

(1) The spermatozoa exhibit movement only in mediums with a certain limit of concentration. The limit of osmotic pressure in sucrose solution, NaCl solution, B. S. S. and sea water is the same, being isotonic with M/4 NaCl solution. Above this limit, the spermatozoa do not exhibit any movement. This does not mean the immediate death of the spermatozoa, but the activity appears if the medium is diluted by fresh water within a certain limit of time, for instance, 10 mi-

utes in M/3 and 5 minutes in M/2 NaCl solution. Below this limit, the moving spermatozoa increase in number and the duration of the activity prolongs by and by till a certain optimum concentration, though the movement of spermatozoa is not so active as in the fresh water.

(2) The optimum concentrations in which the longest activity is observed are as follows: 30~50 minutes in M/6 sucrose solution, 60~75 minutes in M/6~M/7 NaCl solution, 90~130 minutes in M/6~M/8 B.S.S. and 60~130 minutes in M/6~M/9 (as NaCl) sea water.

It seems to be sure that B. S. S. and sea water give the advantage of the antagonistic action of ions which reduces the injurious effects of single salt as shown in NaCl solution while sucrose solution has the disadvantage lacking ions.

(3) In CaCl_2 solution, the limit concentration is comparatively low, being M/12 which corresponds to M/8 NaCl solution in osmotic pressure. Above this limit, the spermatozoa do not exhibit the movement, but agglutinate to die in a moment. Below this limit, the moving spermatozoa are comparatively few, producing some agglutination and the duration of the activity in optimum concentration is very short, being 3~7 minutes in M/21~M/24. It is probable that Ca-ion is very injurious to spermatozoa.

(4) The spermatozoa are active in body-fluid which is almost isotonic with M/6 NaCl solution. Activity continues 90~300 minutes in the optimum concentration which corresponds to M/6~M/20 NaCl solution in osmotic pressure. This shows the longest activity among experimented solutions.

(5) As the concentration of each medium falls below the optimum concentration, spermatozoa become active more and more, but the duration of the activity shortens less and less as is observed in fresh water.

(6) The longest duration of activity in optimum concentration is perhaps due to the reason that the movement of spermatozoa, being restrained moderately by action of osmotic pressure and ions, consumes most economically the stored energy source.