



Title	鮭卵の落下衝撃に対する抵抗性及びその機構 (第1報)
Author(s)	岡田, 雋; OKADA, Shun
Citation	北海道大學農學部邦文紀要, 2(2), 204-212
Issue Date	1954-10-20
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/11583
Type	departmental bulletin paper
File Information	2(2)_p204-212.pdf



鮭卵の落下衝撃に對する抵抗性及びその機構

(第 1 報)

岡 田 雋

(北海道大學農學部動物學教室)

The resistance of the developing eggs to the shock and its interpretation in the dog-salmon, *Oncorhynchus keta* (WALBAUM). I.

By

SHUN S. OKADA

(Institute of Zoology, Faculty of Agriculture, Hokkaido University)

I. 緒 言

鮭鱒類卵子の機械的刺戟に對する抵抗性に關しては、この問題が人工孵化事業上重要な意義を有する爲、古くから多くの研究が發表されている。即ち HEIN (1907), 森脇 (1910), 中野・川尻 (1924) は落下衝撃, HEIN (1907), 小林 (1932) は加壓, HEIN (1907), 畑 (1929, 31), AFFLECK (1953) は振動に對する抵抗性について報告しており、何れも發限期以後に於て著しく抵抗性の増大する點で略々一致した結果を示している。然しこの抵抗性増大の機構については、ROLLEFSEN (1932) が蟹卵に於ける研究で之に言及している以外に殆んど知られていない。筆者は鮭卵の落下衝撃に對する抵抗性について、從來の研究結果を追試すると共に、その機構を明らかにする目的を以て本研究を行つた。

本文に先ち本稿の懇切なる御校閲を賜つた犬飼哲夫教授、材料その他について種々便宜を供與された北海道鮭鱒孵化場佐野誠三課長、同千歳支場柴田幸一郎場長、同廣重兼太郎氏に對し深謝の意を表す。

II. 實驗材料及び方法

實驗材料は 1953 年 12 月 16, 24, 28 日の 3 回、千歳孵化場西越採卵場で捕獲された成熟せる鮭 *Oncorhynchus keta* (WALBAUM) の雌雄各 1 尾から卵及び精液を採取し、之を當實驗室に持ち歸つ

た後人工受精を施し 12~9°C の實驗室内水道水中に飼育せる受精卵で、一定日數經過毎にこの中から所要卵数を採り出し實驗に供した。因に現地に於ける採精採卵から、實驗室に於ける人工受精までの經過時間は毎回 5 時間内外であつた。

實驗裝置の概要は第 1 圖に示す如くで、實驗高度即ち落下孔と衝突板 (徑約 4 cm の厚き硝子板) との距離は 50, 30, 10 cm の 3 種とした。先ず 50 cm の高度に落下孔を固定し、一定日數經過の卵子を 1 粒宛落下孔から落下せしめ、衝突板上

で 2 回以上跳躍したものは除外し、衝突後直ちに周圍の水池に跳ね入つたもの 50 粒を採つて實驗卵とする。之等を徑 12 cm のシヤレに收容し、水道水を注入して卵子がようやく水面下に没する程度とし遮光して靜置する。次で實驗高度 30 cm 及び 10 cm について上記と同様の實驗及び處理を行う。尙供試卵及びシヤレ内飼育の異常の有無を判斷する爲、落下衝突の點だ

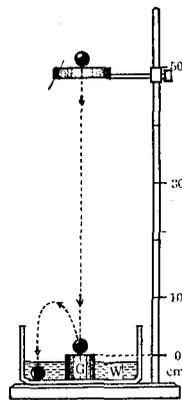


Fig. 1. The apparatus of experiment.

Three kinds of height (10, 30 and 50 cm) were used for the experiment. G: A thick glass plate having ca. 4 cm in diameter. W: Water.

けを除き、他は實驗卵と全く同一の處理を經た 50 粒を對照卵として用意した。

之等のシャーレは 24 時間後換水し、48 時間後死卵(卵黄が白濁不透明になつた卵子)を計算して、各實驗卵及び對照卵の死卵率を算出した。

若し實驗の目的上更に強度の衝撃を必要とする場合には、隨時 50 cm の高度から 2 回(或はそれ以上)繰り返して落下せしめる實驗をも行つた。

又實驗毎に同期の卵子若干粒を Bouin 液で固定し、後に卵膜(chorion)を除去して實驗時の發生段階(Embryonal stage)の確認及び切片作製の用に供した。

III. 實驗結果

12 月 16, 24, 28 日採取の各卵について實驗した結果を、夫々實驗 A, B, C として表示すれば第 1 表の如くである。

第 1 表を圖示すれば第 2 圖の如くである。

IV. 實驗卵の發生段階

實驗時に於ける卵子の發生段階(Embryonal stage)を明らかにする爲、一應 12-9°C の水中で飼育された卵子の一般發生過程を説明すれば次の如くである。

水に未だ接觸しない未受精卵の胚盤は、動物極に薄く擴がつている(第 3 圖 1.)が、受精吸水すると之が次第に緊縮肥厚して来る。即ち受精吸水後 1 時間で既にその徴候が見られ(同 2.), 5 時間では更に緊縮し(同 3.), 9 時間では直径 1.3mm 内外に緊縮し且つ肥厚する(同 4.)。10 時間前後で第 1 分割が起つて 2 細胞期となり(同 5.), 13 時間前後で第 2 分割, 17 時間前後で第 3 分割が起つて 8 細胞期となる(同 6.)。24 時間前後で桑實期(Morula stage)となり(同 7.), 2 日間で胞胚期(Blastula stage)の初期に入り、胚盤は直径 1.2mm 内外の饅頭型をなして卵黄上に盛り上つている(同 8.)。3 日間でこの饅頭型胚盤は次第に卵黄上に扁平に擴がり始め、この時胚盤の直径は 1.5mm 内外を示す。5 日間で胚盤は益々扁平となり、直径 1.8mm 内外に擴大する(同 9.)。6 日間で更に 2.2 mm 内外に擴大すると共に、中央が稍々薄く

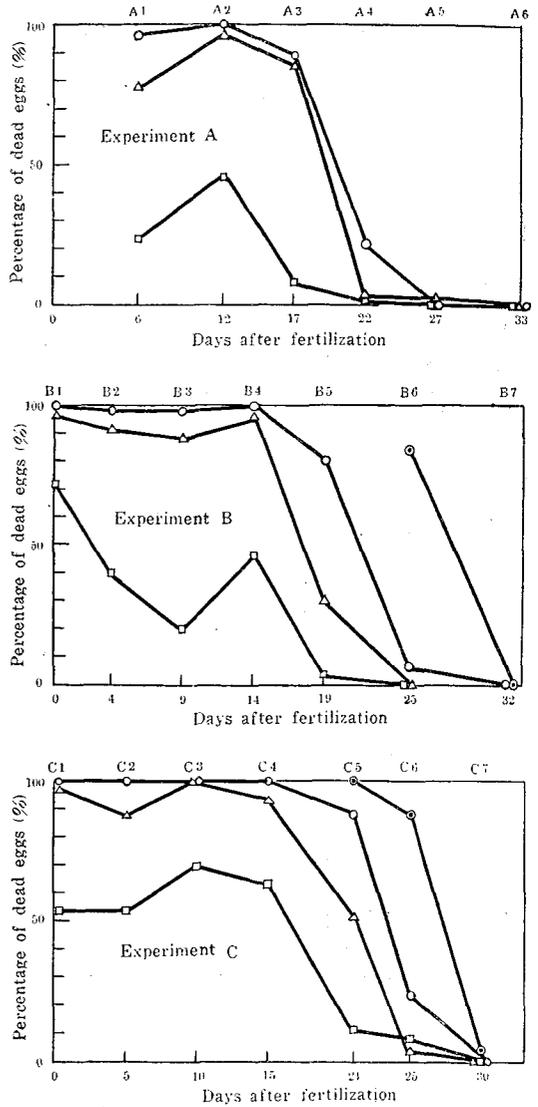


Fig. 2. The results of experiments.

Experiment A, B and C were carried out by eggs fertilized on 16th, 24th and 28th of December, 1953 respectively and reared in running water at temperature 12-9°C.

Ordinate: Percentage of dead eggs to 50 experimented eggs. The dead eggs mean that the yolk turned white and opaque within 48 hours after experiment. Abscissa: Days of eggs after fertilization in each experiment. □; falling from 10 cm high, △: falling from 30 cm high, ○: falling from 50 cm high, ◎: falling twice from 50 cm high.

なつて来る。7 日間で 2.9 mm 内外に達し、中央は益々薄くなり、周縁には所謂胚環(Germ ring)

Table 1.

Experiment—A								
No. of experiments		A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	A-6	A-7
Days after fertilization		6 days	12 days	17 days	22 days	27 days	33 days	40 days
Embryonal stage (No. in Fig. 3.)		9-10	14	16	18	19	20	
Percentage of dead eggs	Control	—	2	0	0	0	0	0
	10 cm falling	24	46	8	2	0	0	—
	30 cm falling	78	96	86	4	2	0	—
	50 cm falling	96	100	88	22	0	0	0
	50 cm falling twice	—	—	—	—	—	—	0
Experiment—B								
No. of experiments		B-1	B-2	B-3	B-4	B-5	B-6	B-7
Days after fertilization		3 hours	4 days	9 days	14 days	19 days	25 days	32 days
Embryonal stage (No. in Fig. 3.)		3	8-9	12	14-15	16-17	18-19	20
Percentage of dead eggs	Control	—	0	0	0	0	2	0
	10 cm falling	72	40	20	46	4	0	—
	30 cm falling	98	92	88	96	30	0	—
	50 cm falling	100	98	98	100	80	6	0
	50 cm falling twice	—	—	—	—	—	84	0
Experiment—C								
No. of experiments		C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6	C-7
Days after fertilization		7 hours	5 days	10 days	15 days	21 days	25 days	30 days
Embryonal stage (No. in Fig. 3.)		3-4	8-9	12	14-15	18	18-19	20
Percentage of dead eggs	Control	0	—	—	2	2	0	0
	10 cm falling	54	54	70	64	12	8	0
	30 cm falling	98	88	100	94	52	4	0
	50 cm falling	100	100	100	100	88	24	0
	50 cm falling twice	—	—	—	—	100	88	4

を形成する (同 10.)。

この時期の胚盤は未だ動物極に局在しており (同 11.)、胚盤外の卵黄表面は元來の薄い表層細胞質層 (Coatinal cytoplasm) 即ち卵黄膜 (Vitelline membrane) で被われているに過ぎない。之等は更に圍卵腔 (Perivitelline space) を距てて強靱な卵膜 (chorion) で包まれているが、第 3 圖は凡て卵膜を除去して示したものである。

8 日間で明らかに原腸胚期 (Gastrula stage) を示し、原外胚葉の陥入が明瞭な胚盾 (Embryonic shield) として現われ、胚盤は直径 3.3 mm 内外に擴大する (同 12.)。9 日間で胚盤は次第に薄く卵

黄上に擴がり、10 日間で直径 5 mm 内外となり、胚体が明瞭になつて神経胚期 (Neurula stage) に入る (同 13.)。12 日間で胚盤は殆んど卵子の半球を被うに至り (同 14.)、14 日では更に進んで胚体尾部の後方に圓形又は楕圓形の卵黄孔即ち原口 (Blastopore) を抱く (同 15.) が、この原口は 1~2 日の後には完全に閉鎖される。即ち受精後約 15 日間で、卵黄は外胚葉性の薄い胚盤皮膜で完全に被覆されてしまう。

原口閉鎖に先ち、胚体頭部の後方から胚体兩側、後方にかけて、中胚葉性の血管域 (Vascular area) が發達しつつあることを認めるが、17 日間

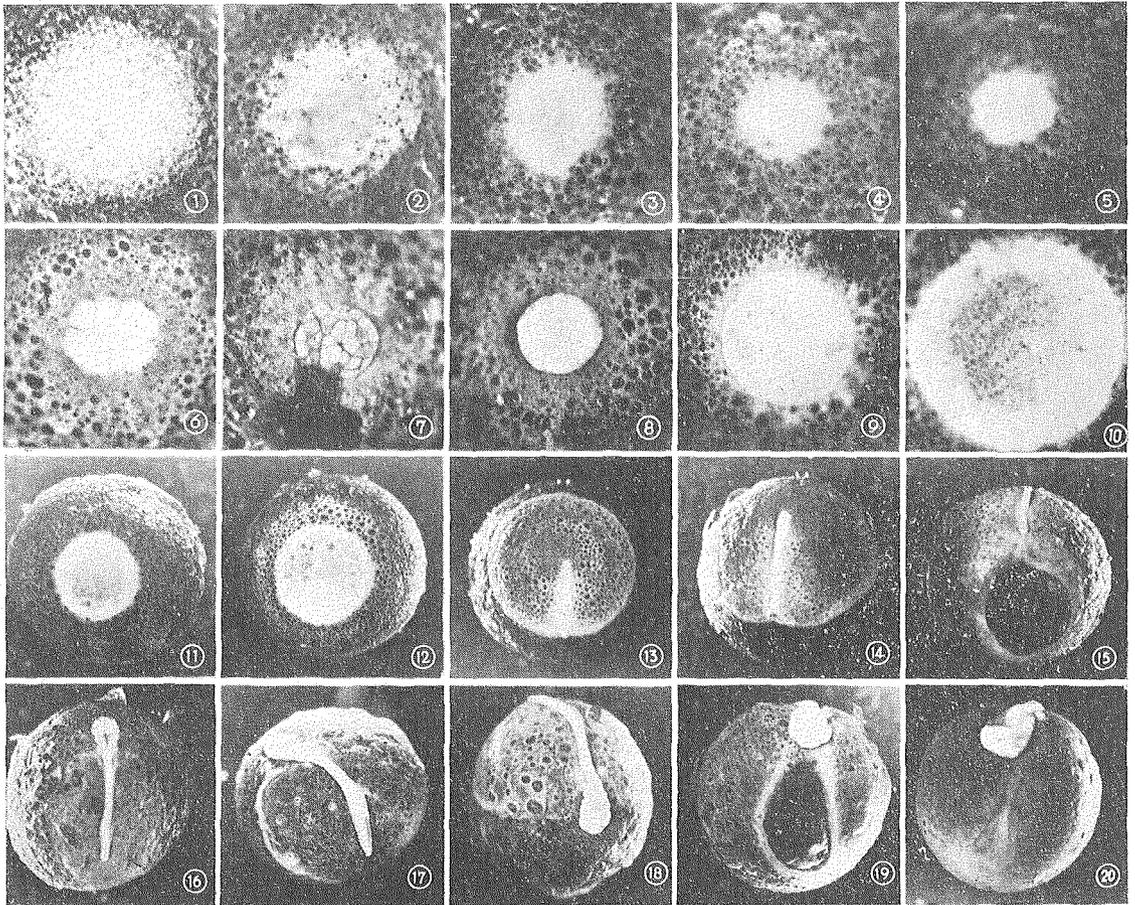


Fig. 3. The blastoderms of dog-salmon eggs reared in running water at temperature 12-9 °C.

1 An unfertilized egg, not contacting with water, 2 One hour egg after fertilization, 3 Five hours egg, 4 Nine hours egg, 5 Ten hours egg, 6 Eighteen hours egg, 7 Twenty-four hours egg, 8 Two days egg, 9 Five days egg, 10 Seven days egg, (Each figure ca. $\times 10$)
11 Seven days egg, same stage with figure 10, 12 Eight days egg, 13 Ten days egg, 14 Twelve days egg, 15 Fourteen days egg, 16 Seventeen days egg, 17 Twenty days egg, 18 Twenty-two days egg, 19 Twenty-seven days egg, 20 Thirty-two days egg. (Each figure ca. $\times 4$)

でこの皮膜は兩側及び後方に進行し(同 16.), 次第に卵球上に擴がり 20 日, 22 日では略々半球を被うに至る(同 17. 18.). 27 日間では更に進行して胚体頭部の前方に於て次第に卵球を被覆し來たり(同 19.), 30~32 日間で全く被覆を完了する(同 20.). 即ち受精後約 30 日間で卵球は再び第 2 の皮膜即ち中胚葉性の血管域に依つて完全に被覆される。この皮膜の發生及び構造の詳細は別に報告する豫定であるが, この時期には血液が胚体の背大動脈(Dorsal aorta)から分岐した卵黄動脈(Vitelline artery)を通つて卵黄上の血管域に流入し, 卵黄静脈(Vitelline vein)を経て心臓へ循環している。

血管域が完全に卵球を被覆するのと期を同じくして眼蓋の黒色々素が顯著となり, 卵膜の上から所謂發眼卵として認め得る様になり, その後約 30 日間で孵化を開始する。

以上は A 卵について發生過程の概要を述べたのであるが, 實驗期間中飼育水温に變動があつた爲, A, B, C 卵共多少發生速度に相違が見られた。従つて各卵により發生日數と發生段階との關係が多少異なるから, 各實驗時の發生段階は第 3 圖の各圖を標準として之を第 1 表中に記載した。(例えば發生段階欄の 9—10 は第 3 圖の 9 及び 10 の略々中間に位する發生段階である)。

V. 考 察

(1) 10 cm 落下及び 30 cm 落下實驗

10 cm 落下衝撃に對しては, A, B, C 各實驗共 12~15 日には 50% 内外の死卵發生を見るが, 17~21 日にはその顯著な低下が見られ, この期間に於て卵子の抵抗性が増大したことを示している。ROLLEFSEN (1932) は鱒卵の落下實驗に於て, 衝撃に對する抵抗性が原口閉鎖と共に著しく増大することを始めて發見し, 之は卵球が胚盤の皮膜によつて被覆される爲であると説明した。筆者の實驗に於ても, 上記の抵抗性増大期は第 1 表及び第 3 圖に見る如く明らかに原口閉鎖期に當つており, ROLLEFSEN の觀察とよく一致している。

HEIN (1907), 森脇 (1910), 中野・川尻 (1924), 畑 (1927. 29) 等の鮭鱒類卵子での實驗に於ては,

この抵抗性増大期について特別に言及していないが, 之は實驗した衝撃強度が過大で, この時期に顯著な死卵發生の低下が現われなかつた爲と思われる。

受精直後より原口閉鎖に至る期間の抵抗性については, 實驗 A 及び B では 6~9 日(胞胚末期~原腸胚初期)に一時抵抗性の増大が見られるが, 實驗 C では斯る傾向は全くなく, 却つてその時期に抵抗性が最も減少している。ROLLEFSEN のトラ卵の實驗に於ては, 15 cm 落下衝撃に對し, stage 1 卵 30%, stage 2 卵 31%, stage 3 (原腸胚初期) 卵 44%, stage 4 卵 40%, stage 5 卵 25%, stage 6 (原口閉鎖期) 卵 6% の死卵發生を示し, 實驗 C の傾向とよく似ている。因に ROLLEFSEN の實驗では 50, 35, 25 cm 落下の各實驗共上記と略々同様の傾向を示す。然し HEIN (1907) のマス *Salmo fario* 卵での落下實驗によれば, 發生 10 日目頃まで次第に抵抗性が減少し 13~17 日に最も弱い(孵化日數 54 日)。森脇 (1910) の姫鱒 *Oncorhynchus nerka* 及び鮭 *O. keta* での落下實驗に依れば, 受精後前者は 2 時間, 後者は 1 時間で抵抗力が最小となり, この状態は前者では發眼前約 10 日, 後者では約 7 日目まで繼續する。中野・川尻 (1924) の木崎湖鱒 *O. masou* での落下實驗では, 受精後次第に抵抗性を減じ 10 日に最小となるが, 孵化日數が 46 日であるからこの時期は原腸胚初期より相當發生が進行していると推定される。然し又別の實驗では 5 日及び 10 日に抵抗性最小を示す結果も出ている。畑 (1929) の同種での振動實驗によれば, 受精後次第に抵抗性を減じ 16 日目に最小となつている。然し前回 (1927) の實驗では受精直後及び 15 日目に抵抗性最小を示し, 5 日目頃一時抵抗性が増大している。この結果は實驗 A 及び B の傾向と似ている。

以上の如く受精直後より原口閉鎖に至る期間の抵抗性は, 従來の研究結果の間にも可成りの異同が見られ一致しないが, 筆者の實驗に於ても上述の如く明瞭な傾向が見られなかつた。之は 10 cm 落下衝撃がこの時期の卵子に對しては致死限界附近の強度で, 卵子が完全な球形でない爲衝突時の條件等によつて實際に受ける強度が致死限界

に達しないことが起り、然もそれが實驗毎に不規則に起ることによると考えられる。故にこの期間の抵抗性については更に實驗方法を吟味して再検討をする必要がある。

30 cm 落下衝撃に對しては、10 cm 落下の場合と同様原口閉鎖期に抵抗性の増大が認められるが、この場合には死卵の發生が割合に少く、22~25 日に至つて始めて顯著な抵抗性を現わしている。この時期は第 2 の皮膜即ち血管域が半球或はそれ以上を被覆する時である。

(2) 50 cm 落下及び同 2 回落下實驗

50 cm 落下衝撃に對しては、受精直後より原口閉鎖に至る期間の卵子は抵抗性極めて小で殆んど全部が斃死する。原口閉鎖期には若干之に耐えるものが現われるが、22~25 日に至つて顯著な抵抗性が始めて現われる。この時期は前述の如く血管域皮膜が半球或はそれ以上を被覆する時である。

然しこの時期に於ても、實驗 B 及び C に見る如く 50 cm 2 回落下衝撃に對しては之に耐え得ないものが多く 85% 内外の死卵を發生する。然し 30~32 日にはこの衝撃に對しても完全に耐え得るに至るが、この時期は血管域が更に發達進展して卵球を完全に被覆する時で、之と期を同じくして眼蓋に黑色々素の沈着が顯著となり、卵膜上から發眼卵として認め得る様になる。爾後 B 卵に於ける 40, 47, 54 日の實驗では 50 cm 2 回落下衝撃に對して引續き完全な抵抗性を持續している。

發眼期以後に於て抵抗性の著しく増大することば HEIN (1907), 森脇 (1910), 中野・川尻 (1927), 加 (1927, 29), AFFLECK (1953) 等のひとしく認める所であつて、卵子の輸送等をこの時期に實施することは今では一般の常識となつてゐる。

ROLLEFSEN はクラ卵の實驗で原口閉鎖以後の抵抗性増大について何等觸れていないが、その實驗結果を吟味すると、衝撃強度の小なる 15 cm 落下實驗では stage 6 (原口閉鎖期) 卵 6%, stage 7 卵 5%, stage 8 卵 5% の死卵發生で原口閉鎖以後の抵抗性増大が見られないが、50 cm 落下實驗では stage 6 卵 30%, stage 7 卵 17%, stage 8 卵 13% で明らかに原口閉鎖以後引續き

抵抗性増大のあることが覗かれる。従つて ROLLEFSEN の實驗では衝撃強度が稍々不充分であつた爲に、原口閉鎖以後に死卵發生の顯著な變化が現われず、この爲に引續き起る抵抗性の増大が見落されたものであろう。

(3) 衝撃に對する抵抗性の機構について

衝撃に對する抵抗性の機構については、ROLLEFSEN (1932) がクラ卵の落下實驗に於て之に論及したのを嚆矢とする。即ち卵黄を被覆している卵黄膜は原形質性の薄層で、之が機械的刺戟に依つて損傷を受けると水、塩類に對する本來の不透過性が失われる爲、外圍の塩類が卵黄内に浸入し斃死の原因となる。然るに發生の進行と共に外胚葉性の胚盤皮膜が卵黄上に發達し、原口閉鎖と共に卵球を完全に被覆する爲この時期に衝撃に對する抵抗性の増大が現われると述べている。

鮭卵に於て落下衝撃により卵黄が白濁不透明となり所謂死卵に變化するのも、卵黄膜が水、塩類に對する不透過性を失ひ、卵黄内の塩類が擴散して濃度が低下し、その爲溶解していた Globulin 蛋白質が沈澱する爲であることについては殆んど異論がない。然し卵黄膜の水、塩類に對する不透過性喪失の機轉については第 1, 衝撃が直接卵黄膜を損傷する場合と、第 2, 先ず胚を致死せしめその結果として二次的に卵黄膜の變質を來たす場合と兩者が考えられる。

衝撃の強度によつては直接胚の斃死を來たすことは勿論考えられることであつて、胚の抵抗性がその生長と關聯を有することも推測に難くないが、胚の斃死が直ちに卵黄の白濁不透明を來たすとは限らない。筆者は嘗て (1939) 鮭卵に於て、胚が發生の初期に斃死 (或は發生を停止) しても靜置すれば發眼期の前後まで生卵同様の外觀を維持し、卵黄の白濁不透明を來たさないことを報告した。かかる例は最近 AFFLECK (1953) も之を指摘し、卵子の斃死が卵黄膜の損傷以外の原因で起つた場合に之が現われると述べている。

従つて本實驗に於ける、卵黄の白濁不透明となつた卵子即ち死卵は、衝撃に依つて卵黄膜が直接損傷されたものとするのが自然の様に思われる。(勿論衝撃の強度によつては同時に胚の致死

を來たす場合も考えられる。斯様に考えれば胚盤皮膜が卵球を完全に被覆する原口閉鎖期に、衝撃に對する抵抗性の増大するという事實は説明がし易い。然し或る強度以上の衝撃に對しては胚盤皮膜も最早之に耐えないが、第2の皮膜即ち血管域が卵黄上に發達して行くにつれて抵抗性を増大し、之が完全に卵球を被覆する發眼期には、卵黄が胚盤及び血管域の兩皮膜によつて被覆される故に衝撃に對して更に著しい抵抗性を現わすものと考えられる。

而して發眼期以後、衝撃によつて斃死する卵子は、卵黄の白濁不透明とは異なつた様相を呈する。今受精後40日の發眼卵50粒宛で行つた對照、50cm 2回落下、同5回落下、同10回落下の實驗によると、4日後に於て卵黄の白濁不透明となつたものは全くないが、針先で卵表面を刺戟し卵膜内に於ける胚体の運動の有無を検した所50cm 10回落下卵の中に5粒不動のものが發見され、之等の胚体は既に白色不透明な様相を呈し斃死していた。之に依つてこの時期に於ては或る強度以上の衝撃は被覆膜を損傷する前に、胚体そのものに直接致死的に作用すると考えられる。而して胚体の斃死後日數が經過するとやがて卵黄も白濁不透明となつて來るが、之は胚体の斃死により次第に被覆膜に變敗が起つて不透過性が失われる爲であろう。

唯既に述べた如く受精後から原口閉鎖までの或時期に於て、抵抗性の増大或は減少が事實存在するならば、この場合には卵黄膜の抵抗性の變化に基くと考えるよりも、胚体自体の抵抗性に關係すると考える方が自然の様である。其の後に於ける抵抗性の増大には、勿論胚体自身の抵抗性増大を全然否定するものではないが、兩皮膜の發達被覆が大きな役割を演じているものと考えられる。

VI. 結論及び摘要

鮭卵の落下衝撃に對する抵抗性及びその機構について研究し次の如き結果を得た。孵化水温は12~9°C

(1) 受精直後より12~15日頃までの卵子は、50cm 落下衝撃に對して殆んど耐え得ず、大部分

卵黄が白濁不透明となつて所謂死卵に變化する。30cm 落下衝撃に對しても略々同様である。この時期には外胚葉性の胚盤皮膜が未だ完全に卵球を被覆するに至らず、卵黄膜 (Vitelline membrane) はこの衝撃に耐え得ず損傷を受けここに本來の水、塩類に對する不透過性を喪失し、卵黄内の塩類が外部に擴散してその濃度が低下し、その爲溶解していた Globulin 蛋白質が沈澱して卵黄が白濁不透明となり、所謂死卵に變化するものと考えられる。

10cm 落下衝撃に對しては之に耐える卵子が可成り多く現われるが、6~9日 (胞胚末期~原腸胚初期) の頃に一時抵抗の増大する結果と、之に反しこの時期に却つて減少する結果とが得られた。この期間の抵抗性については、從來の諸家の實驗結果の間にも可成りの異同が見られ一致していない。故にこの期間に實際抵抗性の變化が存在するかどうかは、更に實驗方法を吟味して再検討する必要があると考える。

(2) 12~15日から17~21日にかけては、上述の3種の衝撃強度に對し何れも卵子の抵抗性増大が現われる。この時期は恰も原口閉鎖期に當り胚盤皮膜が完全に卵球を被覆する時で、この爲に抵抗性が増大するものと考えられる。ROLLEFSEN (1932) はタラ卵の落下實驗で抵抗性増大期が原口閉鎖期と一致することを發見し、抵抗性増大の機構について始めて論及したが、筆者の實驗結果もその觀察とよく一致している。從來の諸家の報告はこの時期の抵抗性増大に殆んど觸れていないが、之は實驗した衝撃強度が過大で、この時期に顯著な死卵發生の低下が現われなかつた爲であろう。筆者の實驗に於ても50cm 落下衝撃に對しては死卵の發生多く餘り顯著な抵抗性増大は認められない。之はこの衝撃強度に對しては最早胚盤皮膜も之に耐え得ない場合の多いことを示すものと考えられる。

(3) 然し22~25日の頃には、50cm 落下衝撃に對しても著しい抵抗性増大を現わす。この時期は原口閉鎖に先ち既に發生を初めた中胚葉性の血管域皮膜が、著しく發達して半球或はそれ以上を被覆する時であつて、之が抵抗性増大の原因と

考えられる。然し之も 50cm 2 回落下衝撃に對しては耐え得ない場合が多く、この衝撃に對して極めて高い死卵發生を示す。

(4) 30~33 日の頃には、50 cm 2 回落下衝撃に對しても全然死卵を發生せず著しく抵抗力が増大する。この時期は血管域皮膜が完全に卵球を被覆した時で、その外側を更に胚盤皮膜が被覆しており、之等兩皮膜によつて被覆される爲に著しい抵抗力が現われるものと考えられる。恰も之と時期を同じくして眼蓋に黑色々素の沈着が顯著となり、この時期以後は卵膜上から所謂發眼卵として認め得る様になる。爾後 50 cm 2 回落下衝撃に對しては同様に死卵の發生を見ない。發眼期以後に抵抗力の著しく増大することは諸家のひとしく認める所であるが、ROLLEFSEN がこの點に何等觸れていないのは、實驗した衝撃強度が稍々不充分であつた爲に、原口閉鎖後顯著な死卵發生の變化が現われなかつた爲であろう。

(5) 發眼以後は或る強度以上の衝撃は卵球を被覆する皮膜を損傷する前に、胚体そのものに直接致死的に作用する。即ち受精後 40 日の發眼卵について 50 cm 10 回落下實驗を行つた結果によると、4 日後に於て卵黄の白濁不透明となつたものは全くないが、胚体が白色不透明となり卵膜内で斃死しているものが若干現われる。之等の卵子はその後次第に卵黄も白濁不透明となつて來るが、之は胚体の斃死により皮膜の變敗を來たし不透過性を喪失する爲であろうと考えられる。

VI. 参考文献

- 1) AFFLECK, R. J. (1953): The stability of the vitelline membrane and the requirements of developing trout ova. Aust. Jour. Mar. Freshw. Res. Vol. 4.
- 2) GRAY, J. (1932): The osmotic properties of the eggs of the trout. Jour. Exp. Biol. 9: 277-299.
- 3) 加久三 (1927): 鱒卵に及ぼす 4 種の振動の影響に就いて、水産講習所試験報告, Vol. 23, No. 3.
- 4) ——— (1929): 魚卵に及ぼす振動時間の影響に就いて、水産講習所試験報告, Vol. 24, No. 5.
- 5) Hein, W. (1907): Zur Biologie der Forellenbrut. 2. Über die absolute Druckfestigkeit der Bachforelleneier. 3. Über die Wirkungen von Druck, Stoss und Fall auf die Entwicklung der Backforellen, Allgemeine Fischereizeitung. 32 (383).
- 6) HERTWIG, O. (1906): Handbuch der vergleichenden und experimentellen Entwicklungslehre der Wirbeltiere. Bd. I. Jena.
- 7) 犬飼哲夫 (1949): 動物發生學 (脊椎動物) 第 7 版, 岩波書店.
- 8) 小林教司 (1932): 鮭卵の重壓に對する抵抗試験, 鮭鱒彙報, Vol. 4, No. 3.
- 9) KOPSCH, FR. (1898): Die Entwicklung der äusseren Formen der Forellen-embryo. Archiv für mikroskopische Anatomie und Entwicklungsgeschichte. Bd. 51. Bonn.
- 10) 森脇幾茂 (1910): 鮭鱒及び鮭卵子の衝撃に對する抵抗力, 第 3 回北海道水産試験場事業報告.
- 11) 中野宗治・川尻 稔 (1924): 鱒卵の落下に對する抵抗力試験, 水産講習所試験報告, Vol. 20, No. 1.
- 12) 岡田 信・三浦五郎 (1939): 石狩河口採卵鮭卵の斃死原因に就いて, 鮭鱒彙報, Vol. 11, No. 39.
- 13) ROLLEFSEN, G. (1930): Observations on cod eggs. Report et Procès-Verbaux. Vol. 65.
- 14) ——— (1932): The susceptibility of cod eggs to external influences, Jour. Conseil intern. p. l'explor. mer. Vol. 7, No. 3.
- 15) SAITO, S. (1950): The embryological study of fishes. I. General Observation on the early development of the dog salmon, *Oncorhynchus keta* (Walbaum.). Jour. Fac. Agriculture, Hokkaido Univ. Vol. 48, pt. 3.
- 16) 山本時男 (1943): 魚類の發生々理. 養賢堂.
- 17) ——— (1949): 動物生理の實驗, 河出書房.
- 18) ZIEGLER, H. E. (1902): Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungs-geschichte der niederen Wirbeltiere, Jena.

Résumé

The resistance of the egg of salmonoid fish to the mechanical influence like shock or shaking has been studied by many authors since long times under the necessity of artificial propagation. On the mechanism of the resistance, however, there is no information except ROLLEFSEN'S investigation (1932) on cod eggs so far as the writer knows. Last winter the writer studied on that problem with fertilized eggs of dog-salmon, *Oncorhynchus keta* (WALBAUM), dropping them from 10, 30 and 50 cm height using the apparatus shown in Fig. 1.

The results of experiments are shown in Table. 1. and Fig. 2. and are summarized as follows:

(1) To the shock caused by the fall from 10 cm height, distinct resistance exists during 12-15 and 19-22 days after fertilization. In this period, the blastopore closes at the back of the embryo and the egg-sphere is covered perfectly by an ectodermal membrane of the blastoderm. (See Fig. 3; 14-15 and 17-18). This fact entirely agrees with ROLLEFSEN'S observation which was carried out in cod eggs.

(2) A strong shock such as the fall from 50 cm height, however, kills a number of eggs in this period, but the eggs resist to this 22-25 days after fertilization. In this period, the mesodermal membrane of the vascular area which has developed prior to the closing of the blastopore, almost spreads over a half of the egg-sphere. (See Fig. 3; 18-19).

(3) Most eggs cannot endure to the shock which was repeated twice from 50 cm height in this period. To this shock, however, the eggs on 30-32 days after fertilization resist. In the later, the membrane of vascular area closes in front of the embryo and thus the egg-sphere is covered finally by two membranes, the outer of which is of blastoderm and the inner is of vascular area. (See Fig. 3; 20). At this time, the eyes of the embryo are recognized as black spots from outside. ROLLEFSEN has not mentioned at all on the resistance in this period, perhaps having overlooked the period.

(4) As ascertained by many authors, eggs show a great degree of endurance to shock after this period. Even to the shock of falling ten times from 50 cm height, the yolk of egg does not turn white or opaque, but sometimes the embryos die in the chorion turning opaque. In this case turning white or opaque of yolk appears after several days of the death of the embryo.

(5) From the observations mentioned above, it seems highly probable that the successive increase of endurance to the shock towards the later stages is brought about as yolk is covered one after another by the embryonal tissues in place of the vitelline membrane as ROLLEFSEN has mentioned, naturally the growth of the embryo may concern partially to the increase of the resistance.

Concerning the resistance before the closing of the blastopore, a clear interpretation has not been found in the present experiment.