The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	種々の環境下におけるメダカに及ぼすX線の影響について 3. X線照射後の環境変化が生体に及ぼす影響
Author(s)	菱田, 豊彦
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1959, 19(1), p. 101-104
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/19304
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

種々の環境下におけるメダカに及ぼすX線の影響について
3. X線照射後の環境変化が生体に及ぼす影響

京都府立医科大学放射線医学教室（前主任　後藤五郎教授，主任　金田弘教授）
京都府立医科大学生物学教室（主任　仲尾善雄教授）
菱　田　豊　彦

（昭和34年1月16日受付）

1. 緒　言

生物の放射線感受性が，その生物のおかれる環境の変化によつて異ることは古くから知られ，とくに照射時の温度の変化，酸素分圧，含水量などの変化による感受性の差については種々の実験[1)~6)]が行われている．しかし環境浸透圧の変化に対しては，ほとんど実験が行われていない．

著者の別の実験[7)]では，通常の淡水の場合には照射後1カ月位から死亡し始めるに反して 3.5%の塩水に約1カ月間適応したメダカにX線を照射してその致死をみると，その一部は照射後2～3日の間に死亡し，残りは照射後1カ月程してから死亡する．すなわち塩水適応メダカでは早期致死と晩期致死が明らかに分けられることが認められた．そこでその早期致死の原因が何によるものであるかを究明する目的で，本実験は，照射時同一状態におき，照射後に飼育溶液の濃度を変化せしめた場合に如何なる反応が生ずるかを調べた．

メダカでは，その生活している水の相当急激な塩分濃度の変化にも耐え得るので，このような実験に適している．

とくに本実験は，放射線と浸透圧との関係についての前実験の欠を補うもので，照射後の浸透圧の変化が生物の放射線による障害にどのように影響するかを明らかにするものである．

2. 実験材料および方法

実験動物は淡水産の野性メダカ*Oryzias latipes*である．成体（体長約 2.5～ 3.0cmのもの） 250匹を選び，それを25匹宛10群に分かつた．各群は同一の容器（直径24cm，深さ15cm）を用い，水道水中で飼育した．

エサはイトミミズを与えた．

照射条件は 200KVp, 25mA, 1.0mm濾過板Al, 距離 16cm, 1440r/分

照射線量は 10,000 r, 20,000 r, 40,000 r, 及び 50,000 r の4種類を用いた．

照射方法は，直径9cmのガラス製シヤーレの中に少量の水（3mmの深さで，この程度の水の量ではメダカの背の一部が露出しているが，運動にはほとんど支障がない）を入れ，その中にメダカ25匹を入れ，上方からX線を照射した．照射後同一線量の2群のうち一方は淡水中で，他方は塩水中で飼育した．照射後10日までの経過を観察した．非照射対照群に対しても同様の処理を行つた．

用いた塩水は1.38%；NaCl 1.3 %，KCl 0.04 %，$CaCl_2$ 0.04%である．淡水飼育個体を急激に濃度の異なる塩水に移行せしめる場合に，2.0%程度の塩水ならば淡水より直ちに移行させても，全個体とも何ら異常をみとめることなく，そのまゝその塩水中で棲息出来るものである．本実験では，この移行のショックを避けるため安全を見越して，この限界より低い濃度である1.38%の塩水を使用した．

実験は三月に行い，水温は10～15℃であつた．

3. 実験結果

実験結果は図に示す如くである．対照である非照射群は淡水から淡水へ移した場合（F→F），また淡水から塩水へ移した場合（F→S）にも共に健康状態を示し，100%生残し一匹の死亡もみら

れなかつた．

10,000 r 照射では，F→F群の照射後10日までの生存率は80%，F→S群のそれは10%である．

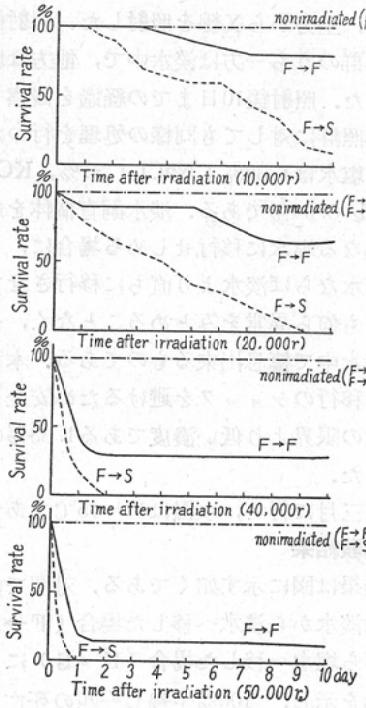
20,000 r 照射では，F→F群の10日における生存率は65%，F→S群は9日で全部死亡する．

40,000 r 照射ではF→F群は10日で30%の生存率を示し，F→S群は2日で早くも全部死亡する．

50,000 r 照射ではF→F群は10日までに15%，F→S群は照射後第1日ですでに0%の生存率を示す．

Fig. 1. Comparison of survivals of the fish kept in fresh water throughout the experiment with that of them kept in fresh water before irradiation then in salt water (NaCl 1.3%, KCl 0.04%, $CaCl_2$ 0.04%) till the finish of the experiment.

—·—· : Control (non irradiated)
fresh water → fresh water (F→F)
fresh water → salt solution (F→S)
——— : Irradiated
fresh water → fresh water (F→F)
····· : Irradiated
fresh water → salt solution (F→S)



以上の中 40,000 r，50,000 rの両區では，F→S群は両者とも照射後第2日までに死亡が認められ，前者は30%，後者は15%の生存率を示すが，それ以後10日までは一匹の死亡もみられなかつた．

このように各線量ともF→S群はS→S群に比較して，あきらかな差を以つて早期に死亡していることを示している．

4 考　察

以上の結果のように非照射群では，淡水から淡水へ，および淡水から塩水に移されたものの何れもが一匹の死亡を示さないにも拘らず，照射群においては淡水から塩水へ移行された群の方が淡水から淡水へ移された群に比べて明らかに早期に死亡することが観察された．

普通，メダカその他の淡水魚飼育中，疾病が生じた場合には，稀薄な食塩水中に入れることによつて疾病を治癒し得ることが知られている．また事実塩水中飼育のものの方が，淡水中飼育のものより疾病がおこり難い．長期飼育の場合には稀薄な食塩水中に飼育する方が魚の健康によいとさえ言われている[8),9)]．さらにメダカは塩田地方にも棲息し，その方が淡水にいるメダカよりも体長が大であるという報告もある[10),11)]．

メダカの血液等張液は NaCl 0.75%, KCl 0.02%，$CaCl_2$ 0.02%とされており[12)]，従つて1%程度の塩水はメダカにとつて決して悪環境でないように思われる．メダカは急激な濃度変化に対してとくに強く，約2%の塩水に直ちに移行せしめても斃死することなく 100%そのまゝ生存し，その塩水に適応すると報告され[13)]，著者の観察でも同様なことが見られた．本実験の1.38%の塩水では，非照射対照群に示すが如く照射を受けなければそれによる斃死とか衰弱はみられない．それにも拘らずX線照射を被ると，塩水に移行された群は淡水にもどされた群よりすべて早期に死亡する．

メダカが塩水中に入れられそれに適応するために，次のような現象が起るのではないかと考えら

れる．まず第一に血液浸透圧が変り，体内組織水分を失い，その含有量が減少する．その他体内イオンの変動が生ずるに違いない．さらに適応の度が進むにつれて，鱗の黒色細胞の増加，鰓細胞中の塩類細胞（Chloride cell）の出現[9),14)]がある．このように個体の全代謝系に対して変化を生じて新しい環境に適応するのであろう．

これらの変化のうち早期に注目される変化は体内水分量の変動であろう．すなわち塩水に入れた場合ある意味の脱水現象がおこると考えられる．

細胞が放射線に照射された場合には細胞内浸透圧が高まり膨化がおこる．またマウスで照射後体内水分量が8％増加するという観察がある[15)]．その他ナメクジに 4,500～9,000 r 照射すると，照射された個体は一見太つたように見え，生存能力はあるが，生殖能力はないという実験[16)]もある．

これらの事実を合目的的に考えると，照射後には水分が充分に存在することが生体に対して有利なのではなかろうかと思われる．

このように考えると，本実験のように照射後塩水に移して体内水分量を変化せしめると，放射線障害のおこり方が異なつて来るのは当然のように思われる．

また照射によつて生ずる toxin を想定するならば，照射後に体内水分量が豊富に存在することは，水分量の貧弱な場合に比して障害が少くなると考えられる．何故ならば放射線による toxin が水によつてうすめられると考えられるからである．

次に，著者の前の実験では，淡水飼育のメダカでは照射後1カ月位から死亡し始めるのに反し，塩水濃度 3.5％に約1カ月間適応せしめた後照射し，そのまゝ塩水に飼育したメダカの場合は，その一部が照射後2～3日の間に死亡し，残りは1カ月以上してから死亡する事実が見られた．その場合の照射後2～3日間に死亡するいわゆる早期致死について，本実験とそのまゝ比較することは困難である．何故ならば照射時のメダカの適応状態が異り，入れられた塩水濃度が一方は 3.5％なるに反し本実験は1.38％である，かつメダカの体長も実験時季も異なるからである．しかし本実験でみられたような淡水から塩水へ移された群の方が，淡水から淡水へ移された群よりも早期に死亡するという事実からすると，前実験の適応されたメダカの早期致死も本実験で考えられるように，照射後の体内水分量の多寡とある関係をもつているのではなかろうかと考えられる．

5. 要　約

淡水飼育メダカにX線 10,000 ～ 50,000 r の照射を行つた．

照射時淡水中のメダカを一方はそのまゝ淡水へ，他方は塩水（1.38％；NaCl 1.3％，KCl 0.04％，$CaCl_2$ 0.04％）中に移して飼育した．

照射後10日間の生残を観察した．

照射後塩水に移行せしめたものは淡水中のものより早期に死亡した．

以上から照射後の体内水分分布の減少，すなわち脱水状態が放射線障害の増大を来すものと考えられる．

本実験に対して御指導，御校閲下さいました後藤五郎教授，金田弘教授並びに分校生物学仲尾善雄教授に深謝致します．

文　献

1) Patt, H.M. and Swift, M.N.: Amer. J. Physiol. 1948, 155, 388. — 2) Patt, H.M., Swift, M.N. and Tyree, E.B.: Fed. Proc. 1948, 7, 90. — 3) Duryee, W.R.: J. Nat. Cancer. Inst., 1949, 10, 735. —4) Lamarque, J.P. and Gros, C.: Brit. J. Radiol., 1945, 18, 293. — 5) Smith, F. and Greman, M.N.: Science, 1951, 113, 686. — 6) Doull, J., Pertersen, D.F. and Dubois, K.P.: Fed. Proc., 1952, 11, 340. — 7) 菱田豊彦：未発表．— 8) 末広恭雄：魚類学，1951，岩波書店，東京．— 9) 川本信之：魚類生理学，1956，石崎書店，東京．— 10) 柳島静江，森主一：動雑，1957，66(9)，351—358. — 11) 柳島静江，森主一：動雑，1957，66(9)，359—366. — 12) 山本時男：動物生理の実験，1949，河出書房，東京．— 13) 高岡安，安藤一三：医学と生物学，1950，17(6)，313—316. — 14) 立石新吉，山下秀夫：動雑，1956，65(5)，194—197. — 15) France, O.: USAEC Report, CH-3889, 1946. — 16) 仲尾善雄：未発表．

Effect of X-ray Irradiation on *Oryzias latipes* under Different Conditions
3. Effect of varying of the circumstance after irradiation on the fish

By

Toyohiko Hishida

Department of Biology, Kyoto Prefectural Medical Collage
(Director: Prof. G. Goto, Prof. H. Kaneda)
Department of Biology, Kyoto Prefectural Medical Collage
(Director: Prof. Y. Nakao)

250 *Oryzias latipes* fish 2.5-3.5 cm in length were divided into ten groups.

The fish were kept in fresh water before irradiation. During irradiation, each group was put into fresh water 3 mm deep in a glass dish 9 cm, in diameter, so that only a part of their backs were exposed above the surface of the water.

They were irradiated with varying doses of x-ray of 10,000-50,000 r (X-ray: 200 KVp, 25 mA, 1.0 mm Al filter, 16 cm distance, 1440 r/min).

Two groups were paired and irradiated with the same dose.

After irradiation, one group was bred in fresh water, the other in salt solution (concentration 1.38%; NaCl 1.3%, $CaCl_2$ 0.04%, KCl 0.04%) and mortality was followed for ten days.

The fish bred in salt solution after irradiation died earlier than those in fresh water in every group, but no death occurred in the control groups.

Some determinations were made in regard to the changes in the radio-sensitivity of fish depending on the body fluid (i.e. dehydration) after irradiation induced a greater number of radiation injuries.