九州大学学術情報リポジトリ
Kyushu University Institutional Repository

家蠶卵に於けるX線致死作用

筑紫, 春生
九州帝國大學農學部養蠶學教室

https://doi.org/10.15017/20921

出版情報：九州帝國大學農學部學藝雜誌. 8 (2), pp.155-162, 1938-12. 九州帝國大學農學部
バージョン：
権利関係：

家蠶卵に於けるX線致死作用

筑　紫　春　生

（昭和十三年七月二十三日受理）

緒　　言

勝木博士（1925）は蠶兒及蠶卵に種々の量のX線照射をなした結果，卵に就いては其發育時期と照射量との相違により影響に差があり，同一照射量に對しては，發育初期に於て感受性は强大なるも，末期に於ては微弱若しくは皆無であり，同一發育程度の蠶卵に照射せる時は，照射量の多きに從ひ强く感ずることを觀察された。木暮博士（1935）は化蛾前の蛹に照射した場合，X線の强さに比例して死亡率は高くなり，卵期に死ぬのは反轉期前後か點青期或は催青卵期であると報告された。林助教授（1935）によれば，產卵直後の家蠶の未受精卵にX線を照射した結果は全部不受精卵となり，2時間を經過したものでは，前と同一量でも胚子は發育するが反轉期に達せず，X線致死作用は胚子の發達に伴ひ減少し，8日以後に照射せるものでは普通の孵化步合を示すも蟻蠶は弱く，一眠中に斃死してしまつた。X線照射の蠶卵に對する致死作用の如何は，家蠶の所謂"放射線遺傳學"領域に於て注目に値する問題である。著者は1937年春，本文とは別個の目的を以て產卵及蠶蛾にX線照射を爲した際，偶々X線照射と蠶卵致死との關係に就き興味ある結果を得たので，玆に之を報告する。

本論に入るに先だち，懇篤なる御指導を賜り且御校閲の勞を執られたる田中教授に對し厚く感謝の意を表する。

材　料　及　方　法

供試材料は九大農學部養蠶室に於て飼育せられ來つた家蠶で，主としてp44と稱してゐる系統であるが，一部にはp22，1692等をも使用した。此等は以前一回も人爲的に刺戟を加へられたことの無い系統である。照射の時期は成可く同一條件を得るため，出庫直後の卵，化蛾當日の雌蛾（交尾前）並に浸酸處理後1日目の卵の三種とした。照射[1]に際しては一蛾區その儘を一照射區とせず，數蛾區を夫々略相等しき卵數を含む6～7個の小區に分割し，その小區

---

[1] X線裝置の操作には高見丈夫氏を煩した。玆に記して感謝の意を表する。

を一つ宛各蛾區から集め，結局相異る 6～7 小區からなる一照射區を設定した。但し雌蛾照射の場合は各蛾區その儘が一照射區となる。使用管球は東京電氣株式會社製，U 型，中焦點のもので，最高電壓 70 KV.，管球電流 5 mA.，距離 15 cm.，0.5 mm. アルミニウム filter にて濾過し，照射時間により照射量を加減した。雌蛾照射の場合には此の外に照射時間を一定にし，距離により量の加減をしたものもある。上記の條件による照射量は 15 cm. の距離に於て約 100.26 r/min. であつた。處理前後から孵化に至るまで蠶卵及び蠶蛾は約 25°C の飼育室に置いた。

實驗結果並に考察

1) X 線致死作用

X 線處理の產卵は照射後直に致死するのではない。玆に用ひた程度の照射に對しては，木暮博士の場合の如く，胚子は催青期前後まで發育を續け，殆ど所謂催青死卵となつた。照射後催青期に至るまでの經過は，對照區に比較すると多量照射區程不齊一となり，甚しきは最初の催青卵の出現に約 6 日間の開きを見た。尙孵化せる蠶兒も多量照射區のものは著しく虛弱且不揃で，一齡中に斃れるものが相當多いが，全滅してしまふことはない。X 線照射量と死卵步合に就いての實驗結果は次の如くである。

第 1 表　X 線照射量と死卵步合

照射時期	照射量(r)	死卵數	總卵數	死卵步合	更正死卵步合
	300	31	214	15.48	1.57
	600	54	243	22.22	10.51
	1000	135	265	50.94	43.53
A. 出庫直後	1300	177	209	84.69	82.38
	1600	183	195	93.85	92.92
	2000	183	184	99.46	99.37
	(對照區) 0	21	160	13.22	0.00
	800	67	591	11.34	3.78
	1600	217	1008	20.35	13.56
	2400	449	1430	31.40	25.55
B. 雌　蛾	3200	536	833	64.35	61.31
(時間一定)	4000	599	744	79.17	77.40
	(對照區) 0	87	1107	7.86	0.00

	800	55	1541	3.57	0.91
	1600	243	1550	15.68	13.36
	2400	556	1848	30.09	28.16
C. 雌　蛾	3200	1112	1666	66.26	65.83
（距離一定）	4000	1422	1794	79.27	78.69
	（對照區） 0	28	1046	2.68	0.00
	200	49	465	10.54	3.48
	400	65	519	12.52	5.62
	600	87	606	14.36	7.61
D. 浸酸後1日目	800	216	481	53.47	40.57
	1000	440	495	88.89	83.01
	（對照區） 0	31	424	7.31	0.00

X 線と同様電磁波たる光に依る生物機能の破壊に關し，Brooks によれば血清の血球分解力 x(%) は定溫度下に於ては照射時間 t の函數で，外觀上 monomolecular reaction の方程式，即

$$\frac{1}{t}\log\frac{a}{a-x}=k \qquad [k, a : \text{constant}]$$

に順ふものである．A, C, D の結果からすれば此場合も卵の致死率る照射時間の函數と謂ひ得るが，B の場合の如く照射時間一定で强さの變化により C と同一量の照射をした時も C と殆ど同様であつたから，範圍を擴大して照射量の函數として取扱ふ方が合理的である。上記の結果を見るに，蠶卵致死率の增加は，X 線照射量の少から多への變化に對し初は徐々に，次いで急激に，最後に再び徐々になつてゐて，蠶兒の生長に於ける變化と同様の觀を呈してゐる。今對照區の致死率を 0.00 % (孵化率 100.00 %) としての各區の死卵步合を x(%) を以て，其時の X 線照射量 (r 單位) を r 以て表すならば，此兩者は次の關係式を以て書表すことが出來る。

$$\log\frac{x}{100-x}=k(r-R) \qquad [k, R : \text{constant}]$$

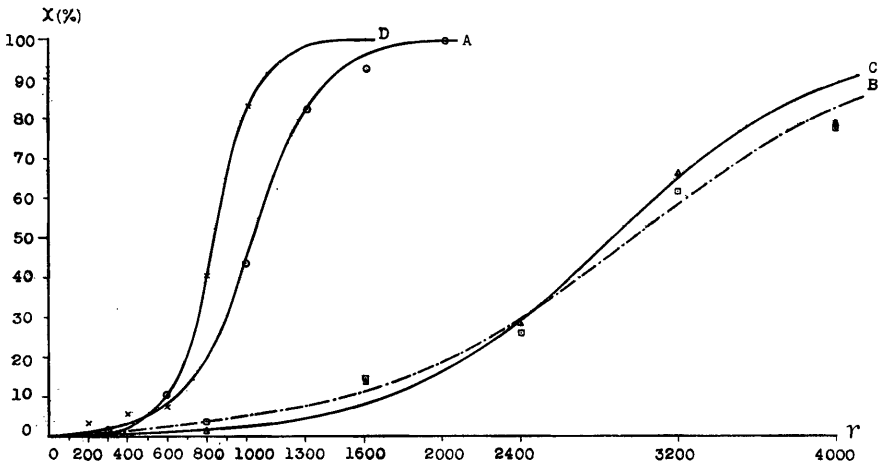
但し k は照射の各時期に特有なる常數，R は x = 50.00 % の時の X 線照射量 (r 單位) を示す。今此關係式から各照射時期に於ける理論上の致死率を求むれば，次に示す如く極めて實驗値に接近してゐる。

第 2 表 理論値と實驗値との比較（死卵步合）

A. 出庫直後照射		B. 雌蛾照射（時間一定）		C. 雌蛾照射（距離一定）		D. 浸酸後1日目照射	
理論値	實驗値	理論値	實驗値	理論値	實驗値	理論値	實驗値
1.82 %	1.55 %	3.37 %	3.78 %	1.75 %	0.95 %	0.25 %	3.48 %
7.69	10.51	10.75	13.56	7.75	13.36	1.52	5.62
45.60	43.53	29.34	25.55	28.41	28.16	9.97	7.61
82.57	82.38	58.94	61.31	64.85	65.83	42.61	40.57
96.40	92.92	83.14	77.40	89.85	78.69	83.28	83.01
99.63	99.37	—	—	—	—	—	—
K = 0.00577		K = 0.00155		K = 0.00194		K = 0.00952	
R = 1030.5		R = 2967.9		R = 2876.4		R = 831.3	

茲に注意すべきは各蛾區間の抵抗力の差異である。卵照射の場合は前述の如く數蛾區の卵が略同樣に混在してゐるから，母蛾から享けた抵抗力の差異が割合に平均されてゐる。之に反し雌蛾照射の場合には一蛾區その儘が一照射區とならざるを得ないため，抵抗力の强弱は些も平均されてゐない。從つて雌蛾處理の場合が卵處理の時よりも變異が大きく，理論上の値との相

X 線照射量 (r) ト 死卵步合 (x)



圖表說明

A： 出庫直後照射	K = 0.00577	R = 1030.5
B： 雌蛾照射(時間一定)	K = 0.00155	R = 2967.9
C： 雌蛾照射(距離一定)	K = 0.00194	R = 2876.4
D： 浸酸後1日目照射	K = 0.00952	R = 831.3

違も當然大となるわけである。浸酸後照射のものが出庫直後處理のものに比し，stage の不一致を來し易いことは言ふまでもない。故に此等三種の中，出庫直後の越年卵を處理せるものが最も理論値に近い値を示してゐるわけである（第2表及圖表參照）。

2）蠶卵熟度[2]と X 線致死作用

卵は產下される順序にその熟度を異にするが，熟度の相違と死卵步合との關係に就いて，次の實驗を試みた。母蛾の產卵に際して，I 區から順次 IV 區まで，略等數に產下させ，之に同一量の照射をなし，最初の區と最後の區との死卵步合を比較した。その結果は次表に示す如く著しい差異は認められなかつたが，孰れの場合も（－）の符號を示した。

第 3 表　同一照射量に於ける熟度の差異と死卵步合（浸酸後 1 日目照射）

I	II	III	IV	I—IV
42.62 %	49.10 %	36.72 %	47.72 %	－ 5.10 %
45.52	39.90	53.19	47.17	－ 1.60
60.78	69.13	68.05	72.47	－ 11.69

更に今度は X 線處理した雌蛾の卵を前と同樣の方法で產卵させて比較した結果，前と同樣矢張り（－）の符號を示し，其上差額は多少增大してゐる。卵管中の卵の核は細胞學的には休止の狀態にあるが，卵の熟度は先端より下るに從ひ漸次老熟に進み，その差異は浸酸後 1 日目のものより著しい。即，下表中 III 又は II 區は I 區のものよりも若い卵期に照射されたものが集められてゐるわけである。從つて卵の熟度の相違も僅少ではあるが死卵步合に關係してゐることが察せられる。

第 4 表　同一照射量に於ける熟度の差異と死卵步合（雌蛾照射）

I	II	III	I—III 又は I—II
82.88 %	90.43 %	92.92 %	－10.04 %
86.93	91.74	92.86	－ 6.13
88.34	95.39	—	－ 7.05
89.79	93.11	—	－ 3.32

3）X 線致死作用の原因に就いての考察

[2] 本文に於ては熟度はすべて生長度の意味に用ひ，細胞學上の成熟分裂に關して言ふのではない。

X線致死作用の原因として，1) 胚子期個體致死因子，2) 體細胞の致死並に 3) 胚子の榮養的障害等が考へられるが，從來家蠶その他の突然變異の出現頻度から見て，斯の如く大多數の死卵が同時に悉く新生の致死因子の作用に基くと考へるには非常に無理がある。HENSHAW は *Drosophila* に於て卵分割及胚盤形成の時期に致死量の X線照射をなし，組織分化の行はれる時期に至つて固定した section により，照射後 mitosis は續行されるが，殆ど組織分化の行はれないことを報告した。勝木博士は X線感受性と胚子の發育度とを結びつけて BERGONIE et TRIBONDEAU の法則に想到せられたが，本實驗に於ても同樣の感を催さしむるものがある。即 R の大さは第 2 表に示す如く，B 及 C の場合が最も大で，次は A，最も小さいのは D の場合である。故に體細胞の致死が死卵の原因をなすと考へることは可能であるが，前述の如く母蛾照射の場合も卵照射の場合と同樣に死卵の殆んど總ては催青死卵であつて，極端なる多量照射（例へば浸酸後處理に於て 5000 r，10000 r の如き）でない限りは胚子の發育は見られるし，解剖し觀察しても外觀上卵內の胚子は普通の蟻蠶と變りなかつたことから推察すれば，かゝる影響は割合に少いものと思はれる。從つて寧ろ此の場合は，照射によつて卵黃核がその機能を喪失し，或は卵黃粒の質的變化が起り，その結果胚子が榮養的障害を受け，著しく虛弱となつた蟻蠶が孵化の際卵殼を喰破り得なかつたに過ぎないのであらう。斯く考へれば，照射時期により致死作用の程度を異にすることも，又老熟せる卵が幼若なものより感受性の小なることも容易に說明出來る。併し今の所之を證明する適當な方法が見當らない。

摘　　要

出庫直後の越年卵，交尾前の雌蛾並に浸酸處理後 1 日目の蠶卵に種々の量の X線照射を行ひ，次の結果を得た。

1) X線照射の刺戟は蠶卵に對し致死的影響を及ぼし，照射量の多きに從ひ胚子の發育不揃となり，死卵步合は增加する。

2) 多量照射の場合でも照射區中の極く少數のものが孵化する程度の照射量であれば，死卵は殆ど催青死卵である。

3) 熟度を異にする卵にあつては X線致死作用は幼若なるものに於て大であるが，その差は僅少である。

4） 對照區の死卵歩合を 0.00 %（孵化歩合 100.00 %）としての照射區の死卵歩合を x % とし，その時の照射量を r（r 單位）とすれば，次の關係式が成立する。

$$\log \frac{x}{100-x} = k(r-R) \qquad [k, R : \text{constant}]$$

文　　献

勝木喜董，1935，X 線の蠶に及ぼす影響．蠶業試驗場報告．第 6 卷．第 11 號．

八木誠政，小泉淸明，1929，函數生物學．第 2 版．

木暮愼太，1935，X 線に因る家蠶の性比並に死亡率．日本蠶絲學雜誌．第 6 卷．第 2 號．

林禎二郎，1935，家蠶に及ぼす X 線の影響（豫報）．動物學雜誌．47 (557).

Henshaw, P. S., 1935 Changes in susceptibility of *Drosophila* eggs to X-rays. II, Correlation of biological activity and radiosensitivity. (Abst.) Radiology. 24 (4).

LETHAL ACTION OF X-RAYS ON EGGS OF THE SILKWORM, *BOMBYX MORI* L.

(Résumé)

Haruo TIKUSI

The present writer X-rayed eggs and female moths of the silkworm and obtained the following results.

(1) Irradiation of X-rays induces lethal effect on embryos in the eggs. With increase of dosage, the uniformity of developmental processes of the embryos become disturbed, and the percentage of unhatched eggs increases proportionally.

(2) Lethal effect takes place usually at the end of the embryonic stage, but a few eggs of each treated series hatch out, even when exposed to a considerably large quantity of X-rays.

(3) The effect of X-rays was slightly stronger in the younger eggs than in the older.

(4) If the percentage of unhatched eggs in a irradiated series, which is corrected on the basis of that of the control as 0.00 per cent, is represented by x (per cent) and dosage of X-rays at that time by r (r unit), the relation between these two variables may be shown by the following formula:

$$\log \frac{x}{100 - x} = k(r - R)$$

k : constant
R : X-ray dosage when $x = 50\,\%$