

13.

612.014.481.1

X線放射ノ生物ニ及ボス影響ニ 關スル實驗的研究

第 2 編

植物根端増殖ニ及ボスX線ノ作用

岡山醫科大學生理學教室 (主任生沼教授)

丸 田 實 喜

[昭和7年6月22日受稿]

Aus dem Physiologischen Institut der Okayama Medizinischen Fakultät

(Vorstand: Prof. Dr. S. Oinuma).

Biologische Wirkung der Röntgenstrahlen.

(II. Mitteilung.)

Einfluss auf die Zellteilung an der Spitze der Zwiebelwurzeln.

Von

Saneyosi Maruta.

Eingegangen am 22. Juni 1932.

Zwiebelwurzel wurden mit Röntgenstrahlen 5—30 Minuten lang bestrahlt in der Menge von $1e$. Die Bestrahlung drückte die Zellteilung herunter je nach dem Strahlendosis in folgender Weise. a) Die Strahlenwirkung ist umgekehrt proportional zur Entfernung. b) Die Zahl der mitotischen Zellen vermindert sich exponential mit der Bestrahlungsdauer. Wenn man annimmt, dass die Entstehung eines Ions in irgendeinem Teile der Zelle den mitotischen Prozess der Zelle verhindert, kann man die Masse der Teile, worin das Ion entsteht, berechnen.

Die Rechnung ergab, dass die Masse angenommener Teile 1.4×10^{-14} g beträgt. Da diese Masse viel kleiner als der Kern ist, ja sogar als Chromosomen, kann man vielleicht Centrosom dafür vermuten. (Kurze Inhaltsangabe).

内 容 目 次

第1章 緒 論	第3節 考 案
第2章 實驗材料	第5章 核及び染色體ノ大サ
第3章 實驗方法	第1節 實 驗
第4章 X線照射ノ實驗成績	第2節 考 案
第1節 放射距離 106 cm ノ實驗	第6章 結 論
第2節 放射距離 75 cm ノ實驗	引用文獻

第 1 章 緒 論

Röntgen 氏ガ 1895 年 X 線ヲ發見シテヨリ僅ニ 2 年ニシテ *Lopriose* ニヨリテ植物ニ及ボス作用ニ關スル研究開始セラレタリ。其ノ後之ニ關スル研究ハ相次イデ現レ當初ハ主トシテ發芽及ビ成長ニ及ボス影響研究サレ之ガ成長障礙作用ノ著明ナルニヨリ近來ハ其ノ計量ニ使用セラレルニ到レリ。

余ハ前編ニ於テ *Paramaecium aurelia* ノ X 線放射時間ニ關スル問題ヲ研究シ 2, 3 ノ知見ヲ得タルモ之ハ直接分裂ヲ行フモノナルガ故ニ X 線ニ影響サレ易キ間接分裂ニ關スル問題ヲ研究セントシ、玉葱根ニ X 線放射ヲ行ヒ間接分裂細胞數ヲ計算シ放射時間トノ間ニ一定ノ關係ヲ見出ダサント企圖セリ。

Gesetz von Bergonie u. Triboudeau ノ發表以來間接分裂細胞ニ關スル研究ハ枚擧ニ違アラズト雖モ余ノ如キ計數的ニ示シタルモノハ甚ダ少シ。

翻ツテ植物根ニ於ケル組織學的研究ヲ文獻ニ徵スルニ Casimir²⁾ ハ蠶豆ニ 200 H ヲ放射シテ幼植物ニ於ケル細胞及ビ核分裂ハ全然停止シ胞核ノ周圍ガ破壊セラレテ *Karyorhexis* 及ビ *Karyolysis* ノ状態ニアリシトイフ。Koernicke³⁾ ハ Radium ヲ以テ實驗シ小

室¹¹⁻¹⁸⁾ ハ蠶豆ニ放射シテ發芽セシメ其ノ根端ヲ見ルニ 5 H—20 H ニテハ變化ヲ認メズ。40 H ニテハ最も分裂像多ク其ノ他異常ヲ認メズ。60 H ニテハ分裂像ヲ得ズ。80 H ニテハ細胞ハ大ナル空胞ヲ以テ充タサルヲ見タリト言フ。次イデ同氏ハ其ノ根部ニ X 線腫瘍ト命名スベキ新生物ヲ發見シ Pekarek⁴⁾ モ之ニ贊成ヲ表シタリト言フ。

以上ノ如ク其ノ細胞ノ變化ニ就テハ略ボ明カナルガ故ニ余ハ組織學的变化ハオキテ數的關係ノミニ就テ實驗セリ。

第 2 章 實 驗 材 料

形丸クシテ良ク整ヒタル玉葱ヲ選ビ、其ノ古根ノ部分ヲ少シク切りトリタルモノヲ水道水中ニ浸シタリ。其ノ際水ハ玉葱ノ根部ヲ浸シ發芽部ハ空中ニ殘ス様ニセリ。斯クシテ毎日水ヲ取り換ヘ室溫ニ放置

セリ。余ノ實驗ハ冬期ナリシモ約 1 週間ニシテ根ノ發生ヲ認メ其ノ後 1 週間ニシテ約 3 cm ノ長サニナリタル時ニ其ノ外觀上成ル可ク同様ナル發育状態ヲ呈シタルモノヲ刀ニテ切りトリタリ。

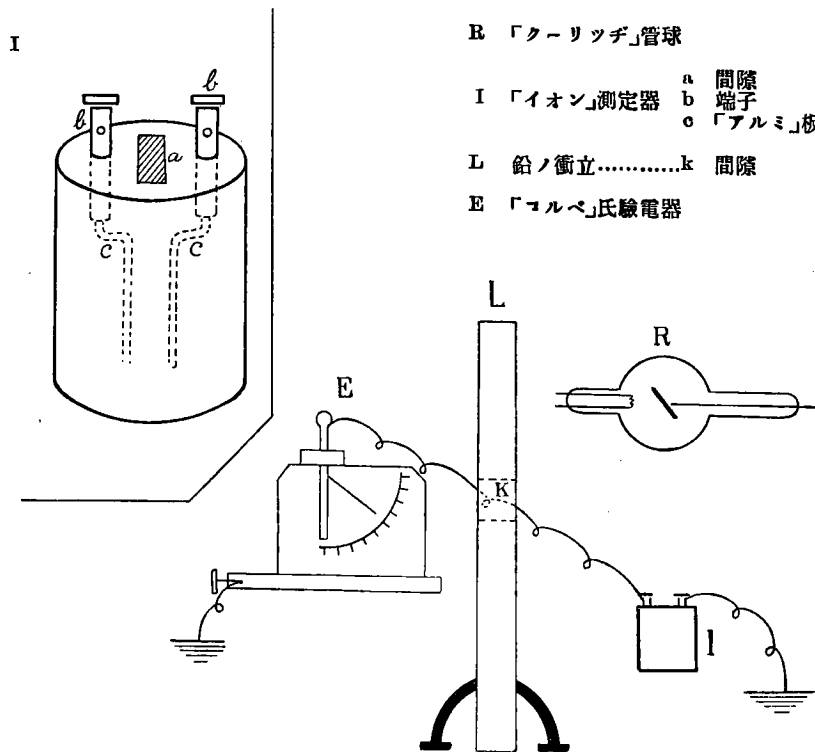
X線装置ハ、岡山醫科大學生理學教室ニ設置セル「ケノトン」管ニテ整流セル略ボ10萬「ボルト」30 milliamp. ノ電流ヲ「クーリツヂ」管球ニ通ジタルモノヲ用ヒ其ノ強度ハ Kustner 氏測定器ニヨリ測定シタルニ 25 cm ニ於テ毎分 18.7 e⁻ヲ發生ス。故ニ今若シ此距離ヲ 106 cm トセバ略ボ 1.5 e⁻ノ強度ノX線ヲ得ベシ。

余ハ毎常 Kustner 氏測定器ヲ使用スル便ヲ得ザリシヲ以テ簡單ナルX線量測定器ヲ考案セリ。即チ高 5.4 cm 直径 4.9 cm 厚サ 0.3 cm ヲ有スル鉛ノ圓筒ニシテ上面ノ中央ニ縦 2 cm 横 1 cm ノ間隙ヲ有スル外全部ヲ固ク接着セリ。其ノ間隙ノ兩側ニ鉛板トハ全く絶縁シタル端子ヲ立テソレニ圓筒内ニテ相對立スル様厚サ 0.1 cm 幅 0.3 cm 長 3.5 cm ノ「アルミニウ

ム」板ヲ接着セリ。間隙ハ雲母板ニヨリテ被覆セリ。其ノ端子ノ1ハ大地ニツナギ1ハ電線ニヨリテ鉛ノ衝立ヲ通ジテ「コルベ」氏驗電器ニツナゲリ。鉛ノ衝立ハ高サ 120 cm 幅 60 cm ニシテ其ノ後ニ「コルベ」氏驗電器ヲオケリ。此装置ヲ用ヒテX線量ヲ測定スルニハ先ツ帶電セル帶電棒ヲ以テ「コルベ」氏金箔驗電器ノ金箔ヲ一定ノ高サ (4°) 迄上げ置キ次ニ上記圓筒ノ開口部ヲ 106 cm ノ距離ニヨリテ照射シ金箔ノ2°迄落下スルニ要スル時間ヲ測定セリ。

Kustner 氏測定器ニヨリテ距離 25 cm ノ時 18.7 e⁻ナル際ニ余ノ測定法ニヨレバ 106 cm ノ照射距離ニ於テ2°ヲ下降スルニ 4 秒 2/5 ヲ要シタリ。余ハ毎常實驗ニ當リ驗電器ノ金箔ノ下降時間ヲ測定シ使用X線量ノ一定量ナランコトヲ務メタリ。

第1圖 余ノX線量測定法



第 3 章 實 驗 方 法

玉葱根ハ一實驗ニ於テハ成ル可ク同一ノ玉葱ヨリ發生シタル長サノ略ボ等シキモノヲ選ビ、其ノ尖端0.5 cmヲ取りテX線放射ヲ行ヒタリ。放射後72時間水道水ヲ充タセル小ナル秤量瓶ニ入レ同一ノ場所ニ置ケリ。次イデZenker氏液ニ固定スル事2日ニシテ水洗脱水ヲ經テ「パラフィン」ニ封鎖シ5mikronノ連續切片ヲ製シタリ。之ヲHämatoxylin-Saffraninニ重染色ヲ行フ。之等ノ固定、水洗、脱水、封鎖ハ總テノ實驗ニ於テハ全部ヲ同時ニ行ヒ時間ヲ一定ナラシメ各實驗間ニ起ル誤差ヲ少カラシメタリ。尙ホ始メ0.5 cmノモノヲ「パラフィン」封鎖ニアタリ0.3 cmニ短クセリ。切斷ノ際ニハ根ノ長軸ニ平行ニ切片ヲ作ル様ニ斜ニ切片ヲ作ラザル様注意セリ。以上ノ注意ニヨリ製シタル切片ヲ顯微鏡Barker(Okul. 4× Obj. 1/6)ヲ使用シ25ニ區劃セル接眼格子狀micrometerヲ使用シテ檢鏡セリ。其ノ際micrometerノ一邊ヲ標本ノ最前縁ニオキ其ノ長徑ノ直角ナラシメタリ。而シテ25ノ區劃内全部ヲ數ヘ次イデ其ノ後邊ニ目標2箇ヲオキ標本ヲ動かシテ其ノ後邊ノ有リタル部ニ前縁ガ合致スル様ニシテ再ビ數ヘタリ。斯クスル事ニヨリテ25ノ區劃ヲ有スルmicrometerノ2倍ヲ計量シ得タル事トナル。其ノ際纖維ノ方向ト同一方向ニ於テ行ヒタル事勿ナリ(第2圖)。

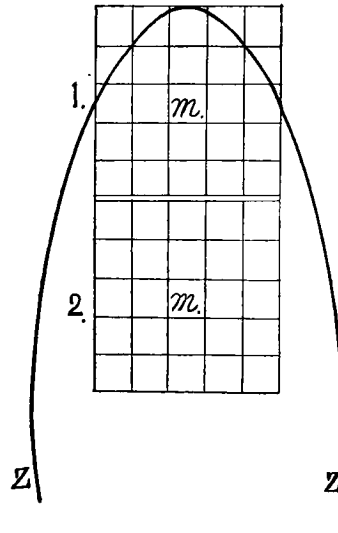
余ハ前記ノ如ク核分裂ノ數ヲ比較スルガ目的ナリシガ故ニ核分裂ノ程度種々ニシテ混同セン事ヲ恐レ始メニ格子狀micrometer内ノ全細胞數ヲ數ヘ次イデ完全ナル核即チ核分裂ノ兆候ヲ少シモ認メザル細胞ヲ數ヘタリ。斯クシテ總細胞數ヨリ完全ナル核ヲ有スル細胞數ヲ減ズレバmitoseヲ行ヒツツアル總ベテノ階級ノ細胞ノ總數ヲ得ルナリ。

其ノ總數ヲ數フル際ニ於テハ核或ハ染色體ノ明カニ認メ得ルモノノミヲ以テシ他ノ標本ト重ニ計算スル事ヲ避ケタリ。余ノ實驗範圍内ニ於テハ著シキ

核ノ變化ヲ認メザリシト雖モ2, 3變形ヲ呈シタルモノモ皆核ヲ有スルモノトシ染色體ノ變化アルモノニ於テハmitosisノ中ニ計算セリ。又1細胞ニ於テ完全ナル核2箇以上ヲ有スルモノヲ別ニ記載シタルモmitosisノ數ヲアゲル際ニハ1箇ノ細胞トシテ計算セリ。以上ヲ要約スルニX線ニ直接障障ヲ受ケタルモノト雖モ分裂像ヲ呈スルモノハ全部mitosisトナシ核ヲ有スルモノハ1箇ノ核ヲ有スル細胞トシテ計算セリ。

2中ハ

第 2 圖 計 算 方 法



- m.....格子狀 micrometer
- 1, 2 ハ第1回第2回ノ micrometerノ位置ヲ示ス
- Z.....標本ノ邊縁

標本ヲ檢鏡スル際ニハ1本ノ根ヲ0.3 cmノ長サニ切りタルモノノ最尖端ニアタルモノ即チ標本中ニ於テモ最モ長シト考ヘラルルモノヨリ45枚ヲトリ其ノ合計ヲ示シタリ。余ノ標本ハ先ニ述ベシ如ク縦ノ方向ニ切りタルガ故ニ一見シテ最尖端ハ明カニ區別スル事ヲ得。

X線ノ放射ニ際シテハ前章ニ述ベタルガ如クX線放射量ノ常ニ一定ナラン事ヲ心掛ケ連續長時間使用スル事ヲ避ケ5分間毎ニ15分ノ休憩ヲオケリ。玉葱根ハ雲母板上ニ1列ニ並ベ常ニ乾燥スル事ヲ避ケタリ。ソレニハX線放射5分ニシテ15分間休止シ其ノ間水道水中ニ浸シオケリ。而シテ「ピンセット」ニヨリ輕クハサミ雲母板上ニノセ再ビ照射ヲ繰リ返セリ。斯クノ如クスレバ決シテ標本ノ乾ク事ナ

クソレニヨル變化ヲ受クル事ナシ。尙ホ又標本製作ニ當リテハ細胞脱落シ易キガ故ニ總テニ注意シ若シ尙ホ脱落アリト考ヘラルルモノハ之ヲ除外セリ。

以上ノ注意ニヨリテ計算シタル第1表ノ對照トシテ何等放射セザリシモノノ3本ヲ見ルニ何レノ細胞ニ於テモ大ナル相違ナシ。依リテ以上ノ注意ヲ以テスレバ大ナル誤差ヲ生ゼズト信ズ。

第4章 X線照射ノ實驗成績

第1節 照射距離106cmノ實驗

「レントゲン」管球焦點トノ距離ヲ106cmニシテ5分、10分、15分ニX線ヲ放射シ對照ト比較セリ。又他ノ玉葱根ヨリトリタル根端ニ對照ヲトリテ20分、25分、30分間宛照射セリ。之ヲ實驗方法ニ記載セン如ク74時間水道水中ニ浸シ次イデZenker氏液ニ固定スル事2日。勿論對照ト雖モ同時期ニ採取シ且74時間水道水中ニオキ其ノ他ノ操作モ總テ同様

ニセリ。

後者ニ於テハ對照ハ1例ニ過ギザレドモ殆ド前者ノ對照ト同一ナル數ヲ示シタリ。

總細胞數及ビ核間接分裂數、多核細胞數ハX線放射時間ノ増加ト共ニ漸次減少セリ。其ノ減少ノ差ハ必ズシモ一致セザレドモ略ボ照射時間ニ相伴フモノナルコトハ明カナリ。

第1表 106cmノ照射距離ニ於ケル實驗 (1)

番號	照射時間 m	細胞別	A	B	C	D	$\frac{D}{A} \times 100.0$
			總細胞數	單核細胞數	多核細胞數	核間接分裂細胞數	
1		對照	10085	1722	282	8081	80
2		♣	10462	1897	350	8115	77
3		♣	9947	1807	290	8018	80
4		5 m	8617	1597	162	6858	77
5		♣	8302	1258	260	6794	80
6		10 m	6290	2172	86	4032	64
7		♣	6380	1552	59	4768	74
8		15 m	6880	2472	64	4344	63
9		♣	5770	1971	48	3758	64

第2表 106cmノ照射距離ニ於ケル實驗 (2)

番號	照射時間 m	細胞別	A	B	C	D	$\frac{D}{A} \times 100$
			總細胞數	單核細胞數	多核細胞數	核間接分裂細胞數	
10		對照	10105	1917	220	7967	78
11		20 m	6432	3306	74	3052	46
12		♣	5056	2094	60	2902	58
13		25 m	5527	2919	72	2536	45
14		♣	5589	2772	102	2806	50
15		30 m	6686	3794	80	2772	40
16		♣	5788	3268	92	2418	42

第 2 節 放射距離 75 cm ノ實驗

前節ニ於テ 106 cm ニ於ケル Röntgen 線照射ニテハ略ボ時間ニ正比例スルコト明カナルガ故ニ其ノ倍量ノ X 線放射ノ結果ヲ檢セリ。X 線ノ強度モ距離ノ 2 乗ニ反比例スルヲ以テ 106 cm ノ 2 乗ノ 1/2 即チ 75 cm ヲトレバ倍量ノ X 線ヲ得即チ 75 cm ノ放射距離ヲ以テ時間的ニ如何ナル變化ヲ示シ且放射距離トノ關係ハ如何ナルモノヲ示スカヲ知ラントシテ實驗ヲ企テタリ。即チ 5 分, 10 分, 15 分ニ各放射ヲ行ヒタリ。放射ハ雲母板ニ材料ヲ載セ 5 分毎ニ各休憩シ其ノ間ハ水中ニ浸セリ。

其ノ後 3 日水中ニ置キ。以テ X 線ノ效果ノ最モ充分ニ現ルル時期ヲ待テリ。斯クシタル材料ハ外觀上毫モ對照ト異ル事ナク且對照ノ他ノモノト雖モ切ロ其ノ他ニ異常ヲ認メズ。依リテ所定ノ如ク固定, 水洗, 脫水, 封鎖ヲ行ヒ 5 μ ノ切片トセリ。吾人ハ以上ノ實驗ガ同時ニ多數ノ材料ヲ得ル事ハ其ノ成ル可ク同一株ヨリ出デテ且其ノ長サノ同様ニ發育セルモノヲ選ボ事ト種々ノ操作ニヨリテ細胞ノ脱落ヲ來シ用ヲナサザルモノヲ生ジ廢棄スルノ止ムナキニ到リシモノアリシニヨリ其ノ例ノ少キヲ憂ヒ他ノ 1 株ヲ選ビ同様ニ放射距離 75 cm トナシ前者ト同様ナル條件ニテ實驗セリ。尙ホ此場合ニ於テ 30 分間放射シタルモノハ如何ナル數字ヲ示スカハ興味アル問題ナリシヲ以テ之ヲ附加實驗セリ。

以上ニ於ケル細胞ノ變化ヲ簡單ニ述ベンニ 5 分間放射セモノニ於テハ核配列ハ殆ド正常ニシテ核分裂

像ノ異常トイフガ如キモノヲ見ズ。

15分放射ニ於テ核配列ハ殆ド正常ニシテ核中心小體ハ少シク不正形ヲ呈スルモノアリ又正常ノモノアリ。多核細胞ハ相當ニ多ク核分裂像ニ多核及ビ非双極ノ異常ヲ散見ス。

30分放射ニ於テハ表ニ示スガ如ク核分裂像ハ非常ニ少ク核モ幾分不整形ヲ呈ス。又核分裂像モ不整形ヲナシ完全ナル形ヲ呈スルモノハ 1, 2 散見スルノミ。且又細胞ノ配列ニ於テモ幾分亂サレタルノ感アリ。要スルニ放射時間ノ増加ト共ニ組織及ビ細胞ノ障礙モ益々増加ス。

次ニ數字的關係ヲ見ルニ 5 分間放射ニ於テモ, 10 分, 15 分, 30 分放射ノモノニ於テモ何レモ 106 cm 放射焦點距離トハ大ナル差違ヲ示ス。然ルニ本實驗ニ於テ放射セル材料ト同様ナル條件ノ下ニ製作シタル對照ト 106 cm ノ放射焦點距離ノ際ノ對照トハ大ナル差ナク殆ド兩者ハ同様ノモノトシテ觀察スル事ヲ得ベシ。從ツテ此兩者ノ X 線放射ヲ行ヒタルモノニ於テモ同様其ノ數ヲ取りテ直チニ比較スル事ヲ得ベシ。此例ニ於テハ多核細胞數及ビ間接細胞數共ニ時間ノ増加ト共ニ減少スル事ハ前節ト同様ナレドモ其ノ間ノ數ノ差ハ大ナリ。是レ即チ倍量ノ X 線ヲ用キタルガ爲メナリ。30 分放射ニ於テハ間接分裂ヲ行ヒツツアル細胞ハ非常ニ少ク之ニ反シ核ヲ有スルモノハ割合ニ多キヲ見ル。

第 3 表 75 cm ノ放射距離ニ於ケル實驗 (1)

番 號	放射時間 m	細胞別	A	B	C	D	$\frac{D}{A} \times 100$
			總細胞數	單核細胞數	多核細胞數	核間接分裂數	
17		對照	9115	1703	127	7285	79
18	5 m	ク	6641	1706	83	4852	72
19	ク	ク	7888	3432	88	4368	55
20	10 m	ク	6015	2488	85	3442	56
21	ク	ク	5980	2960	78	2943	49
22	15 m	ク	5472	2921	62	2489	44
23	ク	ク	5085	2789	42	2254	44

第4表 75 cm ノ放射距離ニ於ケル實驗 (2)

番號	放射時間 m	細胞別	A	B	C	D	$\frac{D}{A} \times 100$
			總細胞數	單核細胞數	多核細胞數	核間接分裂數	
24		對照	9415	2278	75	7053	74
25		◇	10377	2246	83	8048	77
26		5 m	7399	2869	51	4530	60
27		◇	7313	3057	50	4256	57
28		10 m	8379	4661	72	3718	44
29		◇	6613	3510	44	3103	46
30		15 m	7608	4359	58	3249	42
31		◇	6735	3679	69	3056	44
32		30 m	6674	6248	14	426	0.06
33		◇	5560	5258	11	302	0.05

第3節 考案

以上ノ實驗ニヨリテ考案スルニ先ヅ其ノ對照例ヲ比較シテ玉葱根ニ於テハ其ノ長サ、大キサ及ビ發育時期ヲ等シクシテ其ノ株ハ異リタルモノト雖水浸ニヨリテ發生セルモノハ同一部分ノ同一容積内ニテハ其ノ細胞數、間接分裂細胞數及ビ分裂ヲ行ハザル細胞數並ニ2核ヲ有スル細胞數ハ大ナル差ナキヲ知ル。之ニヨリテ吾人ノ實驗ガ充分目的ニカナヘリト信ズ。今以上ノ實驗ノ同一條件ニ於ケルモノノ平均ヲ求メタルニ第5表、第6表ニ示スガ如ク照射時間ノ延長ト共ニ分裂數ヲ減ズル經過ハ恰モ散彈ニヨリテ樹上ノ果實ヲ射撃スル時同數ニ伴ヒテ命中數ヲ増加スルガ如シ。即チX線照射ハ散彈射撃ニ相當シ果實ニ相當スルモノハ細胞内ニアリテ細胞分裂ヲ誘起スベキ重要點ト見做ス事ヲ得。第5表ヲ見ルニ同一容積内ニ於テハ總細胞數ハ時間ノ増加ニ伴ヒ減少ス

ル經過ハ略ボ指數函數的ニ進ムモノノ如シ。完全ナル株ヲ有スルモノハ或一程度迄ハ其ノ數ヲ減ゼザルカ或ハ減ズルト雖モ僅少ナリ。多核細胞數ハ略ボX線量ノ増加ニ從ヒテ減少ス。核間接分裂細胞數ハ殆ド一定ノ率ヲ以テ下降ス。第6表即チ倍電ノX線ヲ用ヒタル場合ヲ見ルモ略ボ前者ト同様ナル成績ヲ示シ間接分裂細胞數及ビ多核細胞數ハ漸次ニ減少ス。第5表ト異ル處ハ其ノ經過ノ急ナル事ニシテ等シク指數函數的ニ進ム傾向ヲ示ス。從ツテ30分放射ニ於テハ細胞分裂像ヲ見ル事非常ニ少シ。

間接分裂ハ容易ニ其ノ影響ヲ受クル事ハ Bergonie u. Triboudeau ノ記載ニ於テ Röntgenstrahlen um so starker auf die Zelle wirken, je langer ihr karyokinetische Werdegang ist ト述ベタルト一致スルモノナリ。

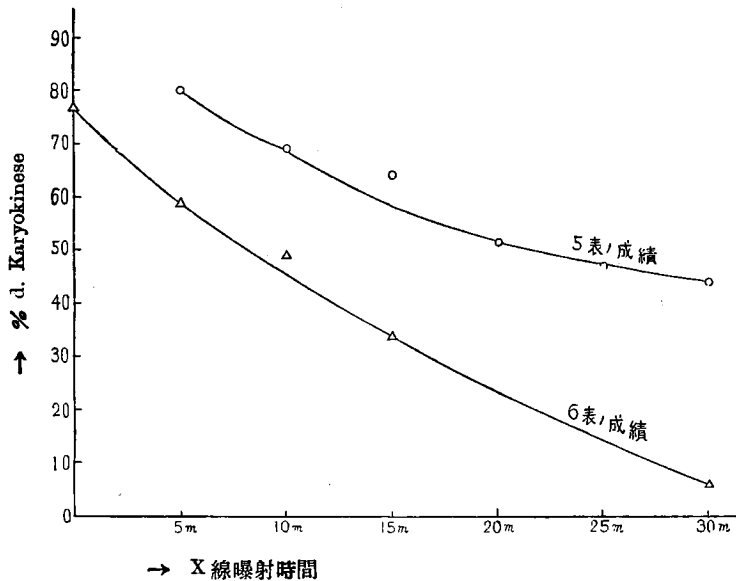
第5表 放射距離106 cmニ於ケル成績

番號	放射時間 m	細胞別	A	B	C	D	$\frac{D}{A} \times 100$
			總細胞數	單核細胞數	多核細胞數	核間接分裂細胞數	
I		對照	10164	1808	310	8071	79
II		5 m	8459	1427	211	6827	80
III		10 m	6335	1862	72	4400	69
IV		15 m	6345	2221	56	4050	63
V		20 m	5744	2700	77	2977	51
VI		25 m	5558	2845	87	2669	47
VII		30 m	6222	3531	86	2595	44

第 6 表 放射距離 75 cm に於ケル實驗

番 號	放射時間 m	細胞別				$\frac{D}{A} \times 100$
		A 總細胞數	B 單核細胞數	C 多核細胞數	D 核間接分裂細胞數	
I	對照	9635	2075	95	7462	77
II	5 分	7560	2766	68	4501	59
III	10 分	6744	3404	69	3326	49
IV	15 分	6250	3429	57	2762	44
V	30 分	6117	5753	12	364	6

第 3 圖 X 線ノ間接分裂ニ及ボス影響



次ニ最モ X 線ニ影響サレ易キ間接分裂細胞數ヲ見ルニ X 線放射時間ノ増加ト共ニ減少スル事ハ明カナリト雖モ總細胞數ニ於テモ多少ノ減少ヲ見ルガ故ニ明カニ其ノ關係ヲ求メシハ表ニ示セルガ如ク其ノ各ノ總細胞數ニ對スル比ヲ求メザルベカラズ。之ヲ圖示スレバ第 3 圖ニ見ルガ如キ曲線ヲ呈ス。

換言スレバ X 線ノ間接分裂細胞ニ及ボス生物學的作用ハ放射量ニ正比例ス。以上ノ實驗ニ於テ 106 cm ノ放射距離ノ際ニハ 30 分ニシテ間接分裂細胞數ハ約 1/2 ニ減少スルガ故ニ 75 cm ニ於テ如何ナル關係ヲ示スカヲ見ルニ總細胞數、多核細胞數及ビ間接分裂細胞數ハ放射時間ノ増加ト共ニ減少スル事前例ト同

様ナレドモ其ノ減少率ノ著シキガ爲メニ急ナル勾配ノ經過ヲトルコトナリ。

核間接分裂細胞數ニ對スル總細胞數ノ比ヲ求ムルニ略ボ指數函數的ノ經過ヲ取り 30 分ニシテ 0.06 トナル。之ニヨリテ X 線量ニ正比例スル事ハ明カニ立證シ且 75 ノ 2 乗ハ 106 ノ 2 乗ノ 1/2 ナルガ故ニ 106 cm ニ於テ比ガ 30 分ニテ 1/2 ナリシモノガ 75 cm ニテハ零ニ近キ 1% トナレリ。

放射距離 A ノ時 間接分裂ノ比ヲ A'

放射距離 B ノ時 間接分裂ノ比ヲ B'

トスレバ

$$\frac{A^2}{B^2} = \frac{B'}{A'}$$

以上ニヨリテ余ハ次ノ如ク述ブル事ヲ得。X線ノ植物ニ及ボス影響ハ一定容積内ノ間接分裂細胞増加ニ對シテハ放射時間ニ逆比例シ放射焦點距離ノ2乗ニ逆比例ス。Strangway and Oakleyハ1923年組織細胞ニ軟X線ヲ放射シ5分間ニ於テXimosisハ幾分減ジ10分放射ニヨリテ少クナリ15分放射ノモノニ於テハ僅少ナルヲ見。ヨリ少シク長時間ノモノニテハ2, 3ノCulturニ於テ偶然發見スルニ過ギズシテ120分放射ニ於テハmitosisノ何レノ状態ヲモ發見スルヲ得ズト述ベタリ。

Crowtherハ1924年之ニ追加及ビ考案ヲ加ヘ次ノ如ク述ベタリ。以上ノStrangway and Oakleyノ記載ニヨリテmitosisヲ經過スル細胞ノ數ハ放射時間ニExponentiallyニ減少ス。即チX線ノmitosisヲ起ス能力ヲ奪フ作用ハprobability lawニ從フ。且同氏ノ言フ所ノ意義ヲ斟酌シテ述ブレバ、X線ノ作用ハX線ヲナスElectronガ作用ヲ起ス物質ノ原子ニ衝突シ之ヲ破潰シテ「イオン」ヲ生ズルニヨリテ「エネルギー」ノ移動ガ起ルヨリ外ニハ考フル事能ハズ。而シテX線ノ強度ハElectronノ數ニ比例スルモノナルヲ以テX線ノ作用セシムルコトハ結局Electronノ散彈ヲ以テ群鳥ヲ射撃スルニ等シ。散彈ノ數愈々多クシテ作用ヲ受クル細胞數ノ愈々多キニ相當ス。若シ群鳥ニ代フルニ飛去ルコトヲ得ザル生物群ヲ連續射撃スルトセンニ彈ノ命中ヲ免ルル生物數ハexponential指數函數的ニ減少シ行クベシ。是レ恰モX線ノ作用ヲ免ルル細胞數ガX線作用時間ニ對シ指數函數的ニ減少スルニ相當ス。今細胞數ガ半減スルニ要スル時間ヲ12分トシX線ニヨリテ犯サルル部分ノ大サヲ求メタルニ1/2500mmノ直径ヲ有スルモノナラザルベカラザル結果トナレリ。之ハ細胞ニ存在スル何レノBodyヨリモ小ナルガ故ニ恐ラクCentrosomenナラント述ベタリ。余ノ例ニ於テハ75cmノ距離ニテ30分ニシテ零トナリ106cmニ於テハ分裂細胞數ヲ半減ス。

Röntgen線ノ效果ハ高速度ノ電子ガ有スル「エネルギー」ノ作用ニ歸スベキモノナリ。此電子ハ此衝突ヲ受クル他ノ原子ヲ「イオン」化スルモノナリ。之ガX線ヨリ周圍ノ物質ニEnergyヲ移行スル唯一ノ方法ナリ。ソレニヨリテX線ノ量ヲ正確ニ測定スルニハ現時ハ其ノ「イオン」化ヲ測定スル方法ヲ使用セラル。而シテ1eト稱スルハ1ccノ空氣ヲ完全ニ「イオン」化スルX線量ヲC.G.S.靜電單位ニテ現シタルモノナリ。其ノ際温度ハ18°Cニテ氣壓1氣壓ナリトス。

然ルニ單一ナル「イオン」量ハ 4.774×10^{-10} e.s.uナルガ故ニ1eノ量ニ符合スルion數ハ $1/4.774 \times 10^{-10}$ ニシテ 2.1×10^{10} トナルベシ。

各細胞ガmノ質量ヲ有ストシ、X線ノ作用ニヨリテ其ノ内ニ「イオン」ヲ生ズルニヨリテ間接分裂ヲ誘起スルコト能ハザル状態ニ移行スルモノナリト假定ス。今余ノ實驗ニ於テハ1分間ニ1eノX線量照射ヲ行ヘリ。今空氣ノ密度ヲ0.00129g/ccトスレバ1gノ空氣ノ「イオン」數ハ 1.63×10^{12} ナリ。Nヲ某期ニ於ケルX線ノ作用ヲ受ケザル細胞ノ數トスレバ其ノ期ニ於ケル總質量ハNmナリ。然ラバ1分間ノ上記X線ノ作用ニヨリテ生ズル「イオン」數ハ $1.63 \times 10^{12} \times Nm$ ナリ。

上記ノ假定ニヨレバ1分間ニ分裂不可能ニ陥ルベキ細胞數ナリ。而シテ

$$dN = -1.63 \times 10^{12} N m dt = -\lambda N dt.$$

故ニ

$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$

Nハt分放射ノ後mitosisヲ起ス事ヲ得ル細胞ノ數、N₀ハ始めニ存シタル細胞ノ數ナリ。吾人ノ例ニ於テ106cmノ放射距離ノ際ニ於テハ30分ニシテ約半數ノmitosisトナリタリ。ソレニヨリテ

$$\frac{N}{N_0} = \frac{1}{2} \quad t = 30 \text{ ナル故}$$

$$N = N_0 e^{-\lambda t} \quad \frac{N}{N_0} = \frac{1}{2} \text{ ノ時}$$

$$\lambda t = 0.69$$

$$30\lambda = 0.69 \quad \therefore \lambda = 0.023$$

之ヲ上式ニアテルニ

$$1.63 \times 10^{12} m \cdot Ndt = \lambda Ndt$$

$$1.63 \times 10^{12} m = \lambda$$

$$1.63 \times 10^{12} m = 0.023 = 23 \times 10^{-2}$$

$$m = 1.4 \times 10^{-14} gm$$

細胞内ニ於テ $1.4 \times 10^{-14} gm$ ノモノ或ハソレニ近キモノガ X 線ニ犯サルル部分トナル。細胞分裂ニ當リテ重要ナル役目ヲナス部分ニテ斯ノ如キ小ナルモノハ之ヲ何ニ求ムベキカ。

第 5 章 核及ビ染色體ノ大サ

第 1 節 實 験

以上ニヨリテ細胞内ニ於ケル X 線ノ侵害點ノ大サヲ求メ得タルガ其ノ大サハ果シテ細胞ノ何レノ部分ニ合致スルヤヲ知ラント欲シ核ノ大サ及ビ染色體ノ幅及ビ長サヲ測定セリ。

其ノ際 Okul. micrometer ヲ使用シソレガ 1.0 ガ Object micrometer (Zeiss 0.01 mm) ノ 0.004 = 相當スル事ヲ確認シ以テ換算セリ。其ノ際標本ハ總ベテ對照ニ於ケルモノヲ以テセリ。即チ何等ノ X 線ノ影響ヲ受ケザルモノナリ。而シテ各其ノ 10 箇宛ヲトリテ平均ヲ求メタリ。

第 7 表 核及ビ染色體ノ大サ

番號	核ノ直徑 mm	染 色 體	
		長 サ mm	幅 mm
1	0.00080	0.00088	0.00012
2	0.00060	0.00100	0.00008
3	0.00072	0.00092	0.00008
4	0.00064	0.00120	0.00006
5	0.00080	0.00100	0.00008
6	0.00072	0.00140	0.00008
7	0.00084	0.00120	0.00008
8	0.00064	0.00128	0.00008
9	0.00088	0.00120	0.00010
10	0.00080	0.00100	0.00010
平均	0.00074	0.00110	0.0008

第 2 節 考 案

核ノ直徑ハ 0.00074 mm ニシテ染色體ノ長サハ 0.0110 mm 幅 0.00008 mm ナリ。

前章ニ於テ $m = 1.4 \times 10^{-14}$ ナルガ故ニ之ヲ球トシテ其ノ直徑ヲ求メンニ

$$\frac{4}{3} \pi r^3 = 1.4 \times 10^{-14}$$

$$r_s = 3.5 \times 10^{-12}$$

即チ直徑 0.0005 mm ナリ。然ルニ核及ビ染色體ノ長サハ何レモ之ヨリ大ナリ。而シテ染色體ノ幅ハソレヨリ小ナリ。即チ X 線ノ侵害ヲ受クル部分ハ Chromosomen ヨリモ小ナルモノナラザルベカラズ強テ其ノ對照ヲ求ムレバ Strangway 及ビ Oakley ノ云フガ如ク Centrosoma ナルベキカ。

第 6 章 結 論

1. X 線ノ照射ハ玉葱ノ根ノ分裂ヲ阻止ス。
2. 其ノ作用ハ X 線量ニ比例ス。
3. X 線ノ連續照射ニヨリテ其ノ作用ヲ免ルル細胞數ハ指數函數的ニ減少ス。
4. X 線ガ細胞分裂ヲ阻止スル際作用スル點ハ Chromosomen ヨリモ小キ部分ナラザルベカラズ。

文 獻

- 1) *Behnken*, Strahlentherapie, Bd. 20, 1922. 2) *Casimir*, 小室論文ヨリ. 3) *Crowther*, Proc. Royal. Soc. Ser. B. Vol. 106, P. 207, 1924. 4) *Grossman*, Strahlentherapie Bd. 14, P. 165, 1919.
5) *Holtzussen*, Pflüger's Archiv, d. Ges. Physiol. Bd. 189, S. 1, 1905. 6) *Koernicke*, Ber. d. Deutch. Bot. Gesellschaft. Bd. 23, Hef. 8, P. 404, 1905. 7) *Perthes*, Strahlentherapie, Bd. 14, S. 738. 8) *Pekareck*, 小室論文ヨリ. 9) *Strangway and Oakley*, Proc. Royal. Soc. Ser. B. Vol. 104, P. 373, 1923.
10) *Weitner*, Deutch. med. Wochenschr. Nr. 5, S. 326, 1912. 11) *Komuro*, Fortschr. auf d. Gebiet d. Rönt. Bd. 4, S. 948, 1930. 12) 小室, 醫理學療法雜誌, 第6卷, 大正6年8月. 13) 小室, 植物學雜誌, 第33卷, 第391號, 大正8年7月. 14) 小室, 慶應醫學, 第1卷, 大正10年. 15) 小室, 植物學雜誌, XXXVI, 1922年. 16) 小室, 癌, 第18年第3册, 1925年. 17) 小室, 癌, 第22年第1册, 1928年.

