

低体温下レ線照射の腸管粘膜に及ぼす影響

昭和40年11月30日受付

信州大学医学部星子外科教室

(主任: 星子直行教授)

関 晋

Influence of X-Irradiation under Hypothermia
upon the Intestinal Mucosa.

Susumu Seki

Department of Surgery, Faculty of Medicine,
Shinshu University

(Director: Prof. N. Hoshiko)

第I章 緒言

放射線障害に関する研究は、戦後10数年間に長足の進歩を遂げているが、その消化管にみられる障害に関しても放射線宿酔の研究とともに、近年特に注目されてきた。

放射線による消化管障害については、1912年 Rigaud, Noiger および Lacassagne^① が初めて消化管感受性について報告してから、幾多の報告があり、消化管は、放射線に対しては、かなり感受性を示す臓器の一つであると考えられ、その自覚症状からいつても、比較的早期に現われ、且つ長く持続するのは食欲不振、嘔吐、下痢などの消化管症状であり、これらは他のなんらかの因子が加わるにしても、消化管自体にかなりの放射線感受性が存在することを推測させる事実であろう。

さて細胞の放射線感受性は、照射時に細胞周囲に溶存する酸素の有無およびその量の如何により著しく異なるとされており、また各組織の酸素圧の低下は低体温麻酔により得られることが知られている。

我々の教室では、1961年以来低体温下でレ線照射すれば、この酸素効果の面よりみて相対的に腫瘍に対する治療比の向上がみられ、また健康組織などの放射線障害が少ないという梅垣^{②③④}らの報告を基に基礎実験を行い、更に臨床的にも術前、術後照射に際してこの低体温法を応用している。教室の林^⑤は低体温下レ線照射が、胃腸管吻合創の治療に及ぼす影響について検討し、常温下照射群に比較して低体温下では障害が明らかに少ないことを報告しているが、腸管粘膜に及ぼす影響を、ことに低体温照射時に検討した報告はまだ見当たらない。

そこで著者は低体温下レ線照射が腸管粘膜の傷害をどの程度軽減し得るかを、ラットを使用して実験的に

常温下照射時と対比しながら、腸管粘膜に含有される水分含有量、Na, K, エリンエステラーゼ (以下 Ch. E と略す) およびアルカリフォスファターゼ (以下 Al. ph と略す) の面より粘膜に与える影響を観察し、併せて組織学的変化をも検討して知見を得たのでその詳細を報告する。

第II章 実験方法

第1項 実験動物

試験としては成長程度のほぼ等しい体重 170~220 g^m の健康雄 Wister 系ラットを用い、それぞれ1群 5匹づつ次の9群に分けた。

- (1) 常温下非照射群
- (2) 600r 全身照射群
 - (a) 常温下照射群
 - (b) 低体温照射群
- (3) 800r 腹部照射群
 - (a) 常温下照射群
 - (b) 低体温照射群
- (4) 1000r 全身照射群
 - (a) 常温下照射群
 - (b) 低体温照射群
- (5) 1200r 腹部照射群
 - (a) 常温下照射群
 - (b) 低体温照射群

第2項 麻酔並びに低体温法

常温群では、ミンタル[®] (Pentobarbitel-Sodium) 0.03g^m/kg の筋肉内注射を行った。

低体温群は、ミンタル 0.03g^m/kg の筋注後、冷却ファン付き冷蔵庫内に入れ、体表面冷却法で体温を降下させ、直腸温 20~23°C で冷蔵庫より取り出し、そのままレ線照射を行った。レ線照射後は、湯タンポを使用して復温させた。

第3項 照射条件並びに照射方法

照射方法は、全身照射群では頭部を除き1回照射を、腹部照射群には、胸骨下縁より恥骨までの腹部全般に照射できるように他の部分を鉛板で遮蔽した。

X線発生装置は島津受信号を用い、管電圧は180kv、管電流15mA、濾過板0.5mm Cu+0.5mm Alを用い、空中線量毎分230rで各線量を照射した。

第4項 腸管粘膜の処理

並びに水分、Na、Kの測定方法

各線量照射終了後3日、10日、21日に屠殺開腹し、腸管を全摘出したのち小腸をほぼ10等分して、その第1、第5および第10分離腸管部をそれぞれ Segment I, V, X (以下 S I, S V, S X と略す) と名づけ、大腸は Segment XI (以下 S XI と略す) とした。取り出した腸管の各分節を開き、腸内容物を脱イオン水(0.25M ブドウ糖等張液)で水洗除去し、余分の水分を濾紙で吸い取つたのち粘膜を剝離して Torsionbalance でその100mgを測定して湿量を得た。

(1) 水分含有量 上記方法で得た粘膜を Conara ⑦⑧⑨⑩⑪らの方法に従い乾燥器に入れ、12時間、100°Cで放置したのち、これを再び秤量して乾燥量を得、湿量と乾燥量の差を水分含有量とした。

(2) Na, K の測定

乾燥した粘膜を灰化したのち脱イオン水2.0ccに稀釈し、日立焰光度計で測定した。標準液には、第1化学製焰光分析用混合標準液(尿用)を使用した。

(3) 酵素の測定方法

上記100mgの湿粘膜をホモゲナイザーで均等液化したのち蒸溜水で稀釈し、Ch. E. はフェノールレッド比色法(高橋、柴田氏法^⑫)により測定し、また Al. ph. は、フェニール磷酸法により測定した。

第5項 病理組織学的検査

照射終了後、3日、10日、21日の各時期に屠殺剖検したのち、上記各分節を10%ホルマリン液で固定し、パラフィン包埋後切片とし、ヘマトキシリン・エオジン重染色およびPAS染色を行つて鏡検した。

第III章 実験成績

第1節 腸管粘膜に含まれる電解質

(Na, K, 水分含有量)について

第1項 非照射対照群(表1)

全くレ線照射を行わなかつたラツテを屠殺し対照とした。

1) Na.

Naの濃度は小腸の上部10%に相当するS Iで最も高く、漸次下部へ移行するに従い低くなり、S Xで最も低い値を示し、また大腸に相当するS XIは、S Xに類似の値を示す。

2) K.

Kの濃度はNaと特に関係があるようにはみられず、S Iが最も高い値を示し、S XとS XIとがほぼ同値を示して、S Iに次ぎ、S Vが最も低い値を示している。

3) 水分含有量

水分含有量はS XIが最も多く、次いでS I, S Vの順に少なくなる。

第2項 600r 全身照射群

a) 常温下照射群(表2)

常温下全身600r照射群の結果は表2に示し、各測定値は5例の平均値である。

表1 常温下非照射群(対照群)

Segment	水分		Na mEq/kg	K mEq/kg
	gm/kg	湿量		
I	804.5 ± 10.2	43.5 ± 10.1	75.7 ± 11.8	
V	790.6 ± 25.1	39.6 ± 9.5	74.2 ± 12.4	
X	793.8 ± 24.2	34.3 ± 9.8	74.5 ± 13.1	
XI	812.3 ± 22.4	31.1 ± 6.9	72.3 ± 10.6	

表2 常温下600r全身照射群

	Seg.	水分 gm/kg	対照との増減%		K mEq/kg	対照との増減%	
			Na mEq/kg	増減%		増減%	増減%
3日後	I	855.4 ± 33.2	58.4 ± 12.5	+ 6.7	64.8 ± 16.2	+ 35	- 14.4
	V	829.5 ± 24.3	54.3 ± 10.3	+ 5.0	66.9 ± 13.5	+ 37	- 6.3
	X	832.6 ± 21.4	45.9 ± 10.5	+ 5.0	69.9 ± 19.3	+ 34	- 6.3
	XI	840.4 ± 23.6	37.0 ± 9.3	+ 3.5	67.7 ± 20.4	+ 32	- 6.3
10日後	I	817.6 ± 22.8	56.6 ± 11.1	+ 1.7	73.3 ± 20.1	+ 31	- 3.2
	V	798.6 ± 22.4	51.8 ± 12.3	+ 1.0	72.0 ± 19.3	+ 31	- 3
	X	801.4 ± 20.6	45.2 ± 10.1	+ 1.0	72.9 ± 18.9	+ 32	- 2
	XI	820.3 ± 21.3	40.4 ± 11.9	+ 1.0	70.9 ± 20.1	+ 30	- 2
21日後	I	812.2 ± 20.1	45.6 ± 10.2	+ 1	74.9 ± 21.0	+ 5	- 1
	V	791.5 ± 26.2	41.4 ± 9.1	± 0	73.1 ± 19.2	+ 4.5	+ 1.5
	X	792.5 ± 23.4	35.8 ± 10.1	± 0	73.7 ± 18.1	+ 4.5	+ 1
	XI	814.2 ± 23.1	33.2 ± 7.5	± 0	71.6 ± 20.4	+ 7	- 1

i) Na

照射3日目

各分節ともに増加の傾向を示し、そのうちS Iが最も高く、S XIが最も低い値を示す。

各分節の対照に対する増加率をみれば小腸では37~34%大腸のS XIでは32%でそれぞれ増加している。

照射10日目

照射3日目に比し測定値は、わずかに低下してきたが、なお対照値よりは高い値を示しており、その増加率はそれぞれ30~32%である。

照射21日目

各分節とも照射3日目および10日目より著しく低下し、S II対照群に近い値を示すが、大腸に相当するS XIの増加率のみは他の分節に比しやゝ高い。即ち各分節の増加率はS Iで5%、S V、S Xはともに4.5%、S XIでは7%である。

ii) K.

照射3日目

各分節とも著しく低下し、それら測定値を対照と比較するとS Iでは14.4%、他の分節ではともに6.3%減少する。

照射10日目

3日目の著しい減少後10日目になり、やゝ回復の傾向を示し、各分節とも3~2%の減少となる。

照射21日目

各分節ともにほとんど回復し1%の減少を示すのみで、S VおよびS Xではそれぞれ1~1.5%増加している。

iii) 水分含有量

照射3日目

各分節ともに水分は増し、小腸に相当するS I、S

VおよびS Xは対照群に比し約5%増加し、なかでもS Iは最も増加の程度が強い。また大腸に相当するS XIでは小腸より少なく3.5%の増加を示している。

照射10日目

一時増量した水分も減少し、対照群に近づく傾向を示しはじめ、S Iでなお1.7%の増加がみられるが他の分節は1%以下にとどまっている。

照射21日目

ほとんど対照と変らなくなる。

b) 低体温下照射群 (表3)

i) Na.

照射3日目

各分節ともに増加の傾向を示した。S Iでは4例が、またS VおよびS Xでは5例とも増加し、S XIでは1例が軽度増加し、他の4例が著しく増加した。平均値では34~32%増している。

照射10日目

照射3日目よりやや減少の傾向がみられ、平均値では対照に比較して約20%前後の増加を示しているが、S XIでは小腸よりやや高く27%増である。

照射21日目

S XIで1例にやや増加の状態が認められ回復のおくれをうかがわせたほかは、各分節ともにほぼ非照射の対照値に近づく傾向にある。

ii) K.

常温下600r照射群と同様照射3日目は減少する傾向を示し、S Iでは全例が減少し対照値より8.2%、他の分節では6~5%で常温群より程度は軽い。

照射10日目

各分節ともその測定値はほぼ対照に近づく傾向を示す。S Iでは全例対照より低い値を示し、S Vでは

表3 低体温下600r全身照射

	Seg.	水分 g ^m /kg	対照との増減%	Na mEq/kg	対照との増減%	K mEq/kg	対照との増減%
3日後	I	844.6 ± 20.2	+ 5.0	58.7 ± 13.1	+ 35	69.5 ± 15.7	- 8.2
	V	828.5 ± 25.2	+ 5.2	53.0 ± 10.5	+ 34	69.8 ± 13.8	- 6.0
	X	832.8 ± 26.1	+ 5.1	45.9 ± 10.2	+ 34	70.0 ± 11.4	- 5
	XI	840.8 ± 25.2	+ 3.3	46.8 ± 11.3	+ 32	68.7 ± 17.2	- 5
10日後	I	812.9 ± 12.5	+ 1	52.1 ± 11.1	+ 19	74.2 ± 13.1	± 0
	V	798.8 ± 18.2	+ 1	47.9 ± 11.3	+ 21	72.1 ± 11.4	- 1
	X	801.6 ± 18.2	± 0	42.1 ± 10.8	+ 23	72.8 ± 12.1	- 2
	XI	838.7 ± 20.1	± 0	39.5 ± 9.5	+ 27	70.6 ± 10.1	- 2
21日後	I	803.2 ± 16.5	± 0	44.3 ± 10.2	+ 1	75.1 ± 15.1	± 0
	V	792.4 ± 21.2	± 0	40.7 ± 9.3	+ 2	72.9 ± 10.2	- 1
	X	795.6 ± 25.1	± 0	34.8 ± 8.7	+ 2	72.6 ± 11.1	- 2
	XI	815.2 ± 24.2	± 0	31.5 ± 9.6	+ 2	71.2 ± 8.8	- 1

4例、SXおよびSXIでは全例が対照より低く、それぞれ平均値で2~1%の低下を示している。

照射21日目

SIでは5例中3例が対照値より高いが、2例がなおやや低くその平均値は1%以下ながら対照より高い値を示している。SVでは4例がやや低く、平均でも低く、SXでは全例がやや高い測定値を示したが対照との差は僅かである。SXIでは4例が僅かに増加している。

iii) 水分含有量

照射3日目

SI~SXではいずれも粘膜中の水分含有量は増加し平均で対照より5~5.8%の増加であり更にSXIでも3.3%といずれも増加している。

照射10日目

各分節とも対照に比較して1%の増加を示し恢復は著しい。

照射21日目

各分節ともほぼ対照に復している。SI, V, Xの測定値は対照より僅かに低く、SXIがやや高いが、差はともに1%以下である。

例えばSVにおける電解質、水分の変化を対照と比較すると(図1)、Naについては10日目で低体温の恢復は著しく、全観察期間を通じ低体温群の増加の程度は軽度である。

Kも3日目に減少し、しかも両群の差が顕著であり、その後の恢復も低体温群の方がやや良好である。

水分については、両群の間に著しい差は認めがたい。

小 括

Naはレ線照射後3日目に増量し、漸次減少して恢

復を示す。なかでも小腸上部のSIの増加が最も著明であり、小腸下部へ移行するにしたがい増加率は軽度となり、小腸下部廻腸末端に相当するSXと大腸に相当するSXIとは、ほぼ同程度の変動を示す。

常温群と低体温群と比較すれば、3日目には常温群のSVで低体温群より著しくNaは増加するが、これ以下の分節では両群の差は著しいものではなかつた。しかし10日目になり両群の差は3日目より明かとなり、低体温群の恢復は著しいのに常温群ではなお高率の増加を示し、更に21日目では低体温群が対照値に復したにかかわらず、常温群では対照値に復さない。

Kは一般にレ線照射後減少し、3日目ではSI, Vで低体温群は常温群より減少の程度は軽く、10日目には低体温群のSI, Xが常温群より3%ほど減少の程度は軽いが、21日目に至り両群間に著しい差は認められない。

水分はレ線照射後3日目やや増加するが、低体温群と常温群との差はさほど明瞭ではない。

第3項 800r腹部照射群

a) 常温下照射群(表4)

i) Na.

照射3日目

各分節ともほとんど全例が増加し、平均値ではそれぞれ35%前後の増加である。

照射10日目

各分節ともに照射3日目よりはやや減少の傾向を示しているが、なお対照より値は高く平均30%前後増加している。

照射21日目

各分節ともに恢復の傾向を示し、SIでは1例がやや低下、4例は対照より高く平均3%増。SVでは

図 1 電解質・水分の変動 600r 全身照射 (Seg. V)

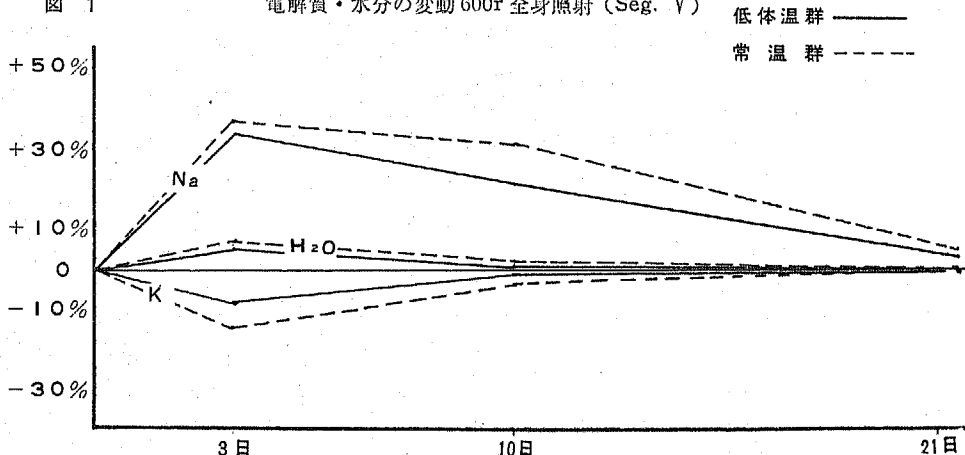


表4 常温下 800r 腹部照射群

	Seg.	水分 g^m/kg	対照との増減%	Na mEq/kg	対照との増減%	K mEq/kg	対照との増減%
3日後	I	848.7 ± 23.1	+ 5.5	59.1 ± 15.2	+ 36	68.9 ± 19.1	- 7
	V	832.6 ± 24.2	+ 5.4	54.6 ± 11.1	+ 37	64.0 ± 16.2	- 14
	X	833.4 ± 25.1	+ 5.1	46.3 ± 10.8	+ 35	66.3 ± 14.8	- 11
	XI	842.0 ± 22.1	+ 4	41.3 ± 10.1	+ 33	67.2 ± 18.1	- 7
10日後	I	827.1 ± 20.1	+ 2	54.3 ± 11.1	+ 30	73.5 ± 20.2	- 4
	V	825.8 ± 21.2	+ 1	51.8 ± 12.2	+ 31	71.2 ± 20.5	- 4
	X	808.8 ± 24.2	+ 1	44.3 ± 11.1	+ 31	71.5 ± 19.3	- 4
	XI	824.1 ± 23.1	+ 1	40.1 ± 10.8	+ 29	69.8 ± 15.1	- 3
21日後	I	807.8 ± 16.2	± 0	44.8 ± 6.8	+ 3	74.2 ± 10.8	- 2
	V	794.2 ± 19.4	± 0	40.4 ± 5.8	+ 2	73.4 ± 11.5	- 1
	X	795.4 ± 20.1	± 0	35.2 ± 6.0	+ 2	73.7 ± 12.1	- 1
	XI	816.7 ± 22.2	± 0	32.6 ± 6.5	+ 5	71.7 ± 11.4	- 1

表5 低体温下 800r 腹部照射群

	Seg.	水分 g^m/kg	対照との増減%	Na mEq/kg	対照との増減%	K mEq/kg	対照との増減%
3日後	I	845.2 ± 25.1	+ 5	58.2 ± 13.5	+ 35	68.9 ± 18.9	- 9
	V	827.9 ± 24.2	+ 4.8	52.3 ± 11.2	+ 32	67.5 ± 19.1	- 9
	X	831.0 ± 25.0	+ 4.8	46.8 ± 10.8	+ 33	69.3 ± 20.2	- 7
	XI	844.1 ± 26.8	+ 3.8	40.7 ± 9.8	+ 31	68.0 ± 19.8	- 6
10日後	I	813.6 ± 20.2	+ 1	56.1 ± 14.1	+ 29	74.6 ± 11.4	- 3
	V	799.6 ± 22.3	+ 1.2	51.0 ± 11.4	+ 29	72.8 ± 10.8	- 2
	X	803.3 ± 20.2	+ 1.2	43.5 ± 10.6	+ 27	72.7 ± 11.6	- 2
	XI	820.4 ± 24.1	+ 1	39.1 ± 10.1	+ 25	70.9 ± 10.2	- 2
21日後	I	806.3 ± 12.2	± 0	43.9 ± 5.4	+ 1	75.2 ± 10.4	± 0
	V	792.4 ± 24.1	± 0	40.1 ± 6.0	+ 2	73.8 ± 11.2	± 0
	X	791.1 ± 24.1	± 0	35.1 ± 5.8	+ 2	74.1 ± 11.4	± 0
	XI	815.4 ± 23.2	± 0	32.1 ± 6.2	+ 4	71.6 ± 10.8	- 1.4

2例が高いが他の3例はほとんど対照値を示し、増加率は2%。S Xでは全例がやや高く、その増加率は3%、更にS XIでは4例が高く、その増加率は5%となっている。

ii) K.

照射3日目

S Iでは全例が低下し、平均値では対照より7%減。次いでS Vでは14%、S Xでは1例がやや増加したのみで4例は低下し、平均値では11%。更にS XIが同様平均値で7%減少している。

照射10日目

照射3日目よりかなり回復の傾向を示し、S I～S Xでは平均で4%減少をみせ、更にS XIでは同様3%減少している。

照射21日目

各分節とも更に回復して対照値に近づき、平均して

2～1%の減少が認められる。

iii) 水分含有量

照射3日目

各分節とも全例水分含有量を増す。増加の程度はその平均値でS I～S Xでは5%台、S XIではやや少なく4.0%を示す。

照射10日目

S Iでは4例がいずれも増加しているが、その程度は軽く、平均で2.0%の増加のみである。S V～S XIでは対照とほとんど差のないものが多く、増減があつてもその程度は極めて少なく、平均でもそれぞれ1%程度の増加のみになる。

照射21日目

各分節とも対照値にほとんど復している。

b) 低体温下照射群 (表5)

i) Na について

照射3日目

各分節ともに増加する。即ちS Iでは5例とも増加し、なかでも2例は、それぞれ41%、40%と著しい増加を示すが、平均では35%であり。S Vでは同様に増加して、対照との比率は32%増。S Xでは1例が著変なく平均33%の増加、更にS XIでは増加率は最も少なく31%で、S I、V、X、XIの順に少なくなつてゆく。

照射10日目

照射3日目より減少して対照値に近づく傾向をみせているが、S Iでは4例はなお高く29%の増加、S Vでは1例がほぼ対照値に近いのみで、平均して27%増。S XもS Vとほぼ類似の値を示している。更にS XIでは25%増で最も程度が軽い。

照射21日目

各分節ともほぼ対照に近い値を示すが、S XIのみになお4%の増加が認められる。

ii) K.

常温群同様に照射後に低下が認められ、照射3日目 が最も低下し、漸次回復の傾向をみせる。

照射3日目

S IおよびS Vともに全例が低下し、平均して9%の減少がみられ、S Xでは同じく全例低下するが7%の減少。更にS XIでは減少の程度は軽く6%である。

照射10日目

各分節ともに回復の徴を示し、S Iが平均3%、他は2%の減少にとどまる。

照射21日目

S I、VおよびXともに、全例が対照値とほとんどかわらずS XIで2例に減少率が2%を越すものがあつたが、平均では1.4%の減少である。

iii) 水分含有量

照射3日目

各分節とも全例対照より増加し、そのうち最も程度の強いものはS Iであり、次いでS VおよびX、S XIの順となりその値は5%より38%に至る。

照射10日目

常温群同様増加していた水分量はほぼ対照値に近ずき、各分節とも1%前後の増加であるがS XIのみはわずかに対照より低下している。

照射21日目

S Iでは3例が増加を示し、S Vでは1例がやや増加し、1例がやや低い値を示す、平均ではかえつて1%以下の減少となる。更にS XおよびXIでは、各々2例が増加したがその程度は極めて軽く、対照との差はほとんどみられない。

なおS Vについて電解質、水分の対照に対する変動率を図2に示した。

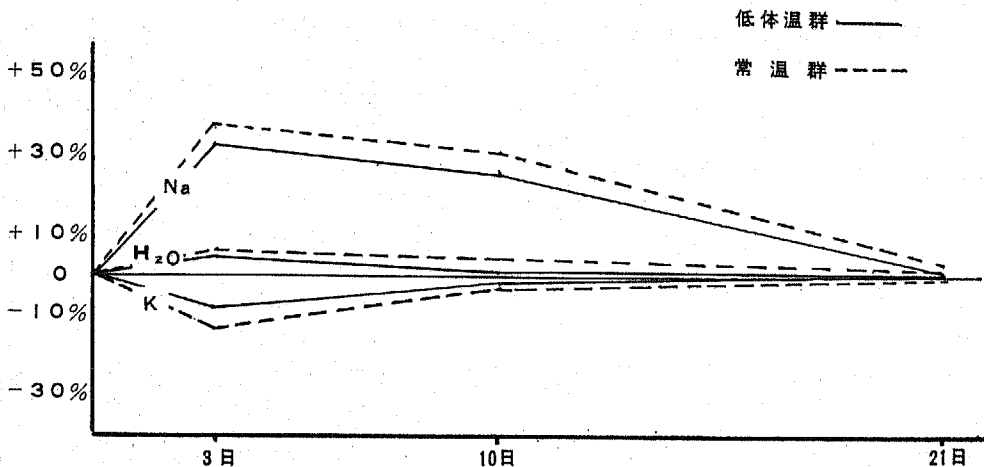
小 括

Naについては、3日目では低体温群のS Vが常温群より著明に増加の程度が低い、一般には小腸の分節では僅かに低体温群の方が増加率は低い。また3日目よりむしろ10日目に両群間の差が明瞭となる。更に小腸各分節間には差異は少いが、大腸のS XIにみられるNaの増加率は小腸に比しまた低い。

Kについては、3日目に低体温群のS Xが常温群に比し減少率が軽く、以後10日目、21日目ではS Iを比べると低体温群の方が減少率が軽度であつた。

水分については、3日目、両群とも増加するが、明瞭な差は認められず、10日目には両群ともほとんど回復する。

図 2 電解質・水分の変 800r 腹部照射 (Seg. V)



第4項 1000r 全身照射群

a) 常温下照射群 (表6)

i) Na.

照射3日目

小腸のS I~Xでは著しく増し、ことにS Iでは最高で、対照に比し37%の増加で、最も増加率の低いS XIでも32%に達している。

照射10日目

3日目よりやや減少の傾向をみせるが、なお30~31%増を示している。

照射21日目に至れば、著しく回復して対照値に近ずき、5~6%の増加を示す。

ii) K.

照射3日目

各分節で著明に減少し、その程度はS Iで最も著し

く、以下S V X, XIの順となり、ともに10%前後の減少を示す。

次いで10日後は3日目より回復するが、なお2~5%の減少があり、照射21日目に至つて、各分節とも対照値にはほぼ近づく。

iii) 水分含有量

3日目に最も増加し、S Iで12%, S Xは11%でこれに次ぎ、大腸のS XIは小腸より軽度で5%の増加を示すが、10日目にはかなり回復し、2.5~4%となり、更に21日目には各分節とも対照値に復する。

なお1000r照射により2日目より全例に3~4日持続する下痢が認められる。

b) 低体温下照射群 (表7)

i) Na.

照射3日目

表6 常温下 1000r 全身照射群

	Seg.	水分 g _m /kg	対照との増減%	Na mEq/kg	対照との増減%	K mEq/kg	対照との増減%
3日後	I	900.5 ± 26.1	+ 12	59.5 ± 14.1	+ 37	64.5 ± 15.5	- 14.8
	V	876.9 ± 25.8	+ 11	54.6 ± 12.5	+ 35	66.1 ± 14.2	- 11
	X	872.3 ± 24.7	+ 10	46.3 ± 10.5	+ 35	67.8 ± 15.2	- 9
	XI	852.6 ± 26.1	+ 5	37.1 ± 9.5	+ 32	65.9 ± 14.5	- 8.4
10日後	I	840.7 ± 22.2	+ 4	56.3 ± 12.4	+ 31	72.0 ± 18.5	- 5
	V	821.6 ± 24.5	+ 4	51.6 ± 11.0	+ 31	71.2 ± 19.3	- 4
	X	824.7 ± 25.2	+ 4	44.9 ± 10.2	+ 31	73.1 ± 18.5	- 2
	XI	836.3 ± 26.2	+ 2.5	40.1 ± 9.6	+ 30	70.9 ± 19.5	- 2
21日後	I	820.9 ± 20.1	+ 2	45.5 ± 10.5	+ 5	74.8 ± 19.5	- 3
	V	798.5 ± 22.4	+ 1	41.5 ± 10.5	+ 5	73.1 ± 18.4	- 3
	X	794.5 ± 23.2	± 0	36.0 ± 9.5	+ 5	73.1 ± 18.5	- 2
	XI	815.1 ± 25.2	± 0	32.9 ± 8.5	+ 6	71.8 ± 19.2	- 2

表7 低体温下 1000r 全身照射群

	Seg.	水分 g _m /kg湿量	対照との増減%	Na mEq/kg	対照との増減%	K mEq/kg	対照との増減%
3日後	I	852.8 ± 24.3	+ 8	58.7 ± 13.7	+ 33	66.5 ± 19.5	- 10.2
	V	853.2 ± 25.1	+ 8	54.4 ± 12.6	+ 34	66.8 ± 18.5	- 7.6
	X	862.5 ± 25.8	+ 10	45.2 ± 10.5	+ 32	66.9 ± 19.2	- 7.8
	XI	848.5 ± 25.2	+ 5	41.3 ± 10.5	+ 33	65.7 ± 19.5	- 6.8
10日後	I	824.1 ± 18.2	+ 2.5	55.6 ± 12.5	+ 28	73.5 ± 19.4	- 3
	V	809.7 ± 20.2	+ 6.2	50.5 ± 11.9	+ 28	72.8 ± 18.5	- 2
	X	812.8 ± 23.4	+ 3.6	43.9 ± 10.2	+ 28	73.1 ± 19.5	- 2
	XI	828.2 ± 24.2	+ 2.8	38.1 ± 9.6	+ 26	70.7 ± 20.2	- 2
21日後	I	806.2 ± 11.2	± 0	44.3 ± 10.1	+ 2.4	73.5 ± 18.8	- 3
	V	790.8 ± 20.1	± 0	39.9 ± 9.5	+ 1	72.5 ± 18.2	- 2
	X	794.9 ± 22.1	± 0	34.9 ± 7.5	+ 2	72.9 ± 16.2	- 2
	XI	815.4 ± 24.1	± 0	31.3 ± 7.5	+ 2	71.1 ± 19.1	- 2

各分節ともに増加するとはいつも、常温群に比しその値は低く、増加率も勿論低くなっている。S Iでは5例とも増加し、対照と比較して平均で33%増である。S Vでも全例増加し34%の増。S Xでは1例のみ対照に近い値を示すが、平均ではやや低いとはいいなからS XIとも同様30%以上の増加を示している。

照射10日目になると、Naは照射3日目より減少し、S I、S Vにそれぞれ1例ずつ対照に近い値を示したものがあるが、他はすべて高い値を示し平均でも28~26%増である。

しかし照射21日目になると、各分節とも急激に減少して、ほとんど対照値に復し、2.4~1%増加が認められるのみになる。

ii) K.

照射3日目

S Iでは全例低下し、その平均値も対照より10.2%減少している。S VおよびS Xでも全例低下し、その平均値はそれぞれ7.6%、および7.8%減少であり、更にS XIでは減少の程度は最も少なく6.8%である。

照射10日目になると、各分節ともに回復しはじめて対照値に近づくが、そのうちS Iでは1例が対照値にほとんど近いが、他はなおやや低下し平均では3%減少している。S VおよびS Xでも1例が対照に近く、減少率はいずれも2%程度となる。

更に照射21日目には、対照よりなお低いものがS Iで1例、S Vでも1例認められるが各分節とも平均で2~3%の減少が認められる。

iii) 水分含有量

照射3日目水分含有量は著明に増加するが、なかでも最も増加の著しいのはS Xで、湿量の88%を占め、

増加率も10%と最も高く、S I、Xともに増加率は8%を示し、S XIでは5%増加している。

照射10日目には各分節とも水分は減少の傾向をみせ、S Vが最も高く、S X、XI、Iと続き、対照との比率はそれぞれ、6.2、3.6、2.8 および 2.5%増加である。

照射21日目では、水分含有量は各分節とも79~80%とほとんど対照と等しいが、やや低い値を示している。S Vが対照値を、S I、XおよびXIはいずれも減少する。なおS Iでみられた照射後 Na、K および水分の変動を図3に示し比較すれば線量の増加にしたがい変化が強く回復の悪いことを示し、低体温群では変化は少い。

小 括

Na について

照射3日目および10日目に低体温群のS I~Xが常温群に比し僅かであるが増加率は低いが、21日目では両群間に明らかな差は認められない。S IおよびVがほぼ同程度の増加率を、またS XおよびXIが類似の増加率を示しているが、全般に線量の増加につれNaも増量し21日目の回復も悪くなる。

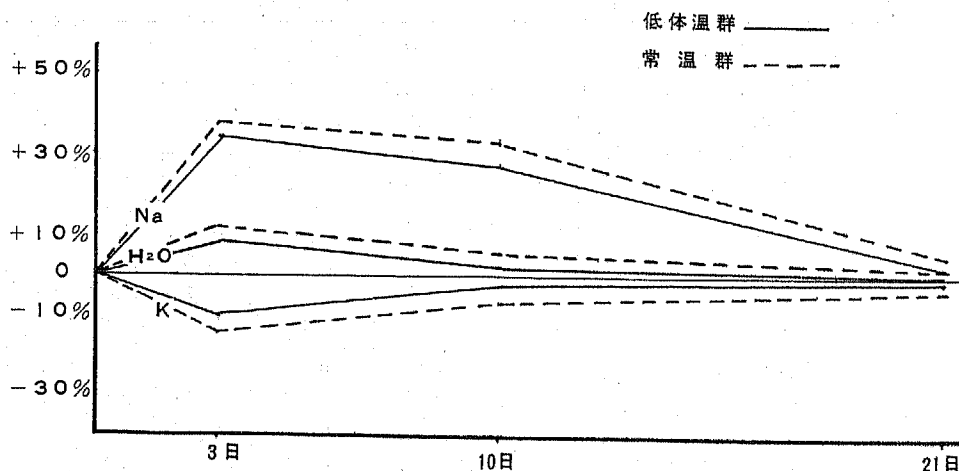
Kについて照射後3日目低体温群のS I~X即ち小腸における減少率が、常温群に比し著明に軽度である。S XIでは僅かながら低体温群の方が減少の度が軽い。

照射10日、21日目では明らかな差は認められない。

水分について

照射3日目低体温群のS Xでは常温群よりむしろ増加率がやや高いがS I、Vでは低体温群が僅かに低く、10日目でも常温群に増加率の軽い分節があり、両

図 3 電解質・水分の変動 1000r 全身照射 (Seg. I)



群との間に著明な差は認められない。

第5項 1200r 腹部照射群

a) 常温下照射群 (表8)

i) Na.

照射3日目

最も著しい増加を示すのはS Iで全例増加しているが、なかでもIは63%も増加している。平均でもS XIを除いては31%以上増加している。

照射10日目

各分節中に3日目より減少しているもの、またほとんど変わらずに高い値を示しているものがあり、S Iでは照射3日目と同程度の測定値を示したものが3例を算え、結果的に平均値は余り減少する傾向はない。S V, Xでも3日目にはほぼ等しい値を示すものが2例あり増加率はやはり高い。しかしS XIでは減少する傾向がみられる。

ついで照射21日目には、照射線量が大きいが各分節とも減少し、多くの例が対照に近い値をとり、平均でも3.0~4%増を示している。

なお1200r 常温照射群では、照射2日目より3例、3日目より2例と全例に4日間持続した下痢を認めている。

ii) K.

照射3日目には各分節とも減少するが、その程度は小腸上部が14%で最も大きく、漸次下部に移行するにつれ軽度となり、大腸では9%となる。

ついで照射10日目に至れば、かなり回復を示すが、なお小腸では各分節とも7~6%の減少を示し、大腸に相当するS XIでも4%の減少である。

照射21日目には、各分節ともほとんど回復し、S I

が他の分節に比しやや減少率が高い。

iii, 水分含有量

照射3日目

小腸に相当するS I~Xの間には大差なく、それぞれはほぼ10%増加し、S XIでは小腸よりかなり低い値を示している。

10日目には恢復著しいものがあるが、なお5%の増加を示し、更に21日目では、対照との差はほとんど認めがたく、各分節間でも著しい差は認められない。

b) 低体温下照射群 (表9)

i) Na.

照射3日目、常温群同様に増加するが、各分節ともその程度はわずかながら軽度で32~35%増を示す。

照射10日目では、常温群がなお高率の増加を示しているのに低体温群は恢復の傾向を示し28~26%となつている。

照射21日目では、常温群も恢復しており、S XIを除いては低体温群の方が恢復は良好である。

ii) K.

常温群同様に照射3日目減少するが、その減少率はいずれも常温群より軽度で、S Iでは4例はいずれも常温群より軽度であつた。全般に小腸は大腸に比し減少率は強く、また廻腸に相当するS Xは、小腸上部より減少のしかたは少なく8.2%であり、大腸に相当するS XIでは常温群より軽度で6.2%となつている。

照射10日目においてもS I, VおよびXの小腸に相当する分節では、常温群より減少の程度は少なく、照射21日目では、両群とも恢復してくる。S Xで2例、S XIで1例が増加していたが、平均では各分節ともに2%の減少である。

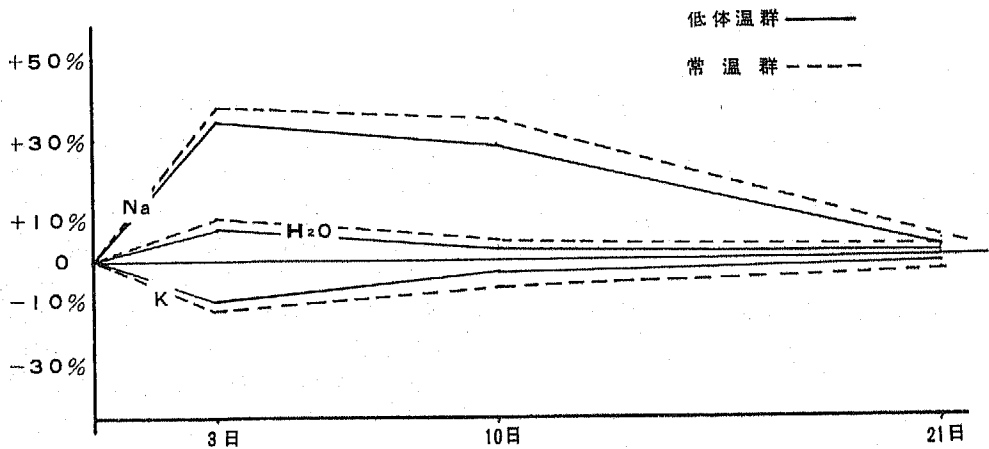
表8 常温下 1200r 腹部照射群

	Seg.	水分 g ^m /kg湿量	対照との増減%	Na mEq/kg	対照との増減%	K mEq/kg	対照との増減%
3 日 後	I	892.9 ± 24.2	+ 10	60.0 ± 14.5	+ 38	65.2 ± 16.2	- 14
	V	869.0 ± 22.1	+ 10	54.2 ± 11.5	+ 36	65.3 ± 14.5	- 12
	X	864.3 ± 23.2	+ 9	46.5 ± 10.5	+ 35	67.4 ± 13.5	- 10
	XI	860.7 ± 25.4	+ 6	40.2 ± 9.2	+ 33	63.8 ± 18.5	- 9
10 日 後	I	844.7 ± 20.2	+ 5	58.1 ± 12.8	+ 35	70.5 ± 18.2	- 7
	V	829.5 ± 21.2	+ 5	51.7 ± 10.9	+ 30	69.8 ± 18.5	- 6
	X	832.6 ± 24.2	+ 5	44.9 ± 10.5	+ 29	71.1 ± 19.5	- 6
	XI	836.3 ± 25.1	+ 4	39.8 ± 9.5	+ 28	69.5 ± 18.8	- 4
21 日 後	I	813.4 ± 21.2	+ 1	45.1 ± 10.5	+ 3	74.3 ± 15.5	- 2
	V	799.5 ± 23.1	+ 1	41.5 ± 10.5	+ 5	72.8 ± 14.5	- 2
	X	802.4 ± 19.8	+ 1	36.1 ± 10.1	+ 5	71.8 ± 16.5	- 2
	XI	821.5 ± 22.1	+ 1	31.3 ± 8.5	+ 4	70.9 ± 10.5	- 2

表 9 低体温下 1200r 腹部照射群

	Seg.	水分 g^m/kg 湿量	対照との増減%	Na mEq/kg	対照との増減%	K mEq/kg	対照との増減%
3日後	I	868.2 ± 20.4	+ 8	58.2 ± 14.2	+ 35	67.4 ± 18.5	- 11
	V	845.3 ± 22.2	+ 7	49.9 ± 12.5	+ 34	67.8 ± 16.5	- 9
	X	840.5 ± 23.2	+ 6	45.9 ± 10.5	+ 34	68.6 ± 15.5	- 8
	XI	852.6 ± 24.1	+ 4	40.1 ± 10.1	+ 32	67.8 ± 18.2	- 6
10日後	I	836.6 ± 20.8	+ 4	55.2 ± 10.5	+ 27	74.8 ± 19.1	- 3
	V	821.6 ± 18.2	+ 4	48.5 ± 12.1	+ 28	72.8 ± 18.1	- 2
	X	816.7 ± 21.1	+ 3	43.8 ± 11.1	+ 28	73.2 ± 18.5	- 2
	XI	836.3 ± 22.3	+ 3	38.22 ± 10.5	+ 26	70.9 ± 17.1	- 2
21日後	I	803.6 ± 15.1	± 0	44.0 ± 10.5	+ 2.7	74.3 ± 18.2	- 2
	V	789.2 ± 23.1	± 0	40.0 ± 10.0	+ 1	72.9 ± 17.8	- 2
	X	795.1 ± 23.4	± 0	34.7 ± 8.7	+ 1	73.3 ± 19.1	- 2
	XI	810.3 ± 24.2	± 0	31.3 ± 8.5	+ 1	71.0 ± 14.5	- 2

図 4 電解質・水分の変動 1200r 腹部照射 (Seg. I)



iii) 水分含有量

照射3日目

各分節とも水分は増加するが、常温群と差の認められたのは、小腸に相当する S I, V, X で 6~8% の増加, S XI ではほぼ常温群と同程度であった。

なお照射2日目より2例, 3日目より3例に下痢が認められ, しかも下痢は約3日ほど続いた。

照射10日目になり回復は著しいが常温群との差は3日目より顕著でなくなり, また小腸の各分節では, いずれも5%の水分増加を認めている。

更に21日目も常温群との差は著明ではない。なお S V にみられた Na, K, 水分の変動を図4に示した。

小括

Na について

照射3日目, 低体温群の S I では明らかに常温群よ

り Na の増量は少なく, また他の分節でも僅少の差であるが低体温群の増加が少ない。

10日目には, 両群とも回復の傾向を示すが, その差もまた明瞭であり, 小腸に相当する分節では明らかに低体温群の Na 増加は常温群より軽度である。

21日目でも低体温群の回復が良好である。

K について

3日目, 両群の差が最も著しく, 特に小腸の S I ~ X における差が明らかであつて, 低体温群の K の減少は軽い。10日目でも同様であるが, 次第にその差は少なくなり, 21日目になれば回復しており, 両群の差は著明でなくなる。

水分について

照射3日目に常温群がやや増加しているが10日目, 21日目では両群の差は明瞭でない。

第2節 腸管粘膜のコリンエステラーゼ
およびアルカリフォスファターゼ
活性値について

(I) 対照

非照射 Wister 系ラット5匹を屠殺し、Ch. E. はフェニールレッド比色法、Al. ph. はフェニール磷酸法により、それぞれ活性値を測定し、その平均値をもつて照射群に対する対照とした。

対照の活性値は表10に示した。

表 10 対 照 群

Segmen	Ch. E △pH	Alk. ph. キングア ームストロング単位
I	0.51	77.3
Y	0.46	80.5
X	0.43	78.0
XI	0.30	62.2

(II) Ch. E. 活性値の変動について。

第1項 600 r 全身照射群

a) 常温下照射群 (表11)

3日目、各分節とも著明に減少し、S Iでは対照の50%の活性値を示し、また他の分節もいずれも減少するが、照射10日目には、かなり恢復して各分節とも対照の80%の活性値を得た、更に照射21日目に至れば、S Y, Xの恢復が早く、対照の90%を示したが、S IおよびS XIは照射10日目と同程度の活性値を示し、やや恢復が遅れている。

b) 低温下照射群 (表12)

常温群と同様に照射3日目には、著しい減少を示すが、常温群に比べれば、減少の程度は軽く、対照値の70~80%の活性値を示す。上部腸管の減少は、大腸のS XIの場合と異なりかなりの差が認められた。照射10日目には小腸各分節とも対照値の90%以上の活性値を示し、極めて恢復が著しいが、21日目になりやや減少しているものほとんど対照との差もなく、常温群がまだ対照値の80~90%を示すに過ぎないのに比べ、かなりの差異を示しているものと考えられる。

第2項 800 r 腹部照射群 (表13)

a) 常温下照射群

600 r 群と同様、照射後活性値は著しく低下し3日目には対照の60%前後を示し、なかでもS Iがその程度は最も顕著であった。しかし線量がやや多くなったにもかかわらず600 r 全身照射群より僅かに活性値の低下は軽度である。10日目の活性値は、3日目に比べかなり恢復し、対照値の90%前後の活性値を示し、21日目には、S Iで再び活性値の低下が認められた以

外、他の分節はいずれも対照値の90%以上となり、10日目より更に恢復の傾向をみせている。

表 11 常温600 r 全身照射群

	Seg.	Ch. E	対照比 (%)	Alk.ph	対照比 (%)
3 日 後	I	0.26	51	86.2	111.5
	Y	0.28	60	90.5	112.4
	X	0.23	56	86.4	110.7
	XI	0.18	60	67.1	107.8
10 日 後	I	0.40	80	90.0	116.4
	Y	0.40	81	91.2	113.2
	X	0.41	80	88.3	109.3
	XI	0.24	80	70.1	112.7
21 日 後	I	0.40	80	89.4	115.6
	Y	0.41	89	90.2	112.0
	X	0.41	90	87.2	110.5
	XI	0.24	80	71.4	111.2

表 12 低温下600 r 全身照射群

	Seg.	Ch. E	対照比 (%)	Alk.ph	対照比 (%)
3 日 後	I	0.32	69	85.9	110.9
	Y	0.30	66	91.1	113.1
	X	0.28	68	86.2	114.1
	XI	0.24	80	62.9	101.4
10 日 後	I	0.48	94	91.2	117.9
	Y	0.46	100	91.2	113.2
	X	0.41	95	90.0	114.1
	XI	0.26	86	72.2	116.4
21 日 後	I	0.50	98	89.4	115.6
	Y	0.44	96	90.6	112.5
	X	0.42	98	89.0	114.1
	XI	0.31	97	73.4	117.5

表 13 常温下800 r 腹部照射群

	Seg.	Ch. E	対照比 (%)	Alk.ph	対照比 (%)
3 日 後	I	0.30	58	88.3	114.2
	Y	0.29	63	91.0	113.0
	X	0.30	69	90.2	115.6
	XI	0.20	67	67.4	108.3
10 日 後	I	0.45	88	95.1	123.0
	Y	0.43	91	94.2	117.0
	X	0.41	95	92.8	118.9
	XI	0.22	77	80.4	129.0
21 日 後	I	0.34	66	90.6	117.2
	Y	0.43	93	91.9	114.1
	X	0.41	95	88.7	113.5
	XI	0.24	80	78.2	125.7

b) 低体温下照射群 (表14)

各分節とも活性値は低下するが、常温群3日目に比べ、S IおよびS Vの活性値の減少は少ないが S X, XIでは勿論回復は良好であるが、常温群との差は少ない。10日目では常温群との差は3日目ほど顕著でなくなり活性値の低下は軽度で、対照の93%前後を示し、21日目には各分節とも更に対照に近づく傾向をみせるが、常温群との差は余り顕著でなくなっている。

第3項 1000 r 全身照射群

a) 常温下照射群 (表15)

600 r, 800 r 照射より更に減少は著しく、小腸の分節では、いずれも対照値の30%以下となり、なかでもS IおよびVではとくに顕著である。しかしS XIの活性値の低下は比較的軽度である。照射10日目に至ると、回復の傾向がみられるが、まだ対照の50~60%の活性値に達するにすぎず、照射21日目の回復が期待されたがS Xを除いては、まだかなり低下している。

b) 低体温下照射群 (表16)

照射3日目には、各分節とも活性値の低下は著しいが、常温群に比べ7%ほど軽度である。照射10日目には対照の60%の活性値に復しており、S IおよびVは常温群のそれよりやや高い活性値を示し回復の程度は良い。

21日目 S Iのみ常温群よりやや低い値を示したが、他の分節ではいずれも高い。しかし対照値の65~72%の活性値で、照射前の正常値までは復し得ない。

第4項 1200 r 腹部照射群

a) 常温下照射群 (表17)

照射3日目では、S Xが対照の63%の活性値を示すほかは、S I, Vは対照の40~45%でかなり低下している。しかし1000 r 全身照射群より線量が多いにもかかわらず、活性値の低下は軽い。照射10日目では、S Iで対照値の65%、S Vで70%の活性値を示し、回復の傾向をみせ、21日目では、S IおよびVでは10日目

表 14 低体温下800 r 腹部照射群

	Seg.	Ch. E	対照比 (%)	Alk.ph	対照比 (%)
3日後	I	0.35	69	88.6	114.6
	V	0.32	69	90.0	111.8
	X	0.31	72	89.7	115.0
	XI	0.22	77	68.2	109.6
10日後	I	0.47	92	93.2	120.5
	V	0.43	93	91.5	113.6
	X	0.41	95	91.5	117.3
	XI	0.24	80	78.2	125.9
21日後	I	0.45	88	89.7	110.0
	V	0.44	96	91.0	113.0
	X	0.41	95	90.0	115.3
	XI	0.29	97	80.2	128.9

表 16 低体温下1000 r 全身照射群

	Seg.	Ch. E	対照比 (%)	Alk.ph	対照比 (%)
3日後	I	0.18	35	87.5	113.1
	V	0.16	35	90.8	112.7
	X	0.16	37	84.2	107.9
	XI	0.12	40	67.2	108.3
10日後	I	0.30	59	91.8	118.8
	V	0.30	61	95.5	118.6
	X	0.25	60	89.7	115.0
	XI	0.18	60	79.4	128.0
21日後	I	0.34	66	91.2	117.9
	V	0.32	65	91.2	113.2
	X	0.31	72	90.2	115.6
	XI	0.20	66	82.3	132.7

表 15 常温下1000 r 全身照射群

	Seg.	Ch. E	対照比 (%)	Alk.ph	対照比 (%)
3日後	I	0.14	27	88.2	114.1
	V	0.13	27	90.6	112.5
	X	0.13	30	86.2	110.5
	XI	0.11	37	68.1	109.8
10日後	I	0.29	57	88.4	114.3
	V	0.27	41	90.1	111.9
	X	0.25	60	89.2	114.3
	XI	0.18	60	78.1	125.9
21日後	I	0.32	69	91.9	118.8
	V	0.32	65	91.7	113.9
	X	0.29	67	90.1	115.9
	XI	0.18	60	80.2	129.3

表 17 常温下1200 r 腹部照射群

	Seg.	Ch. E	対照比 (%)	Alk.ph	対照比 (%)
3日後	I	0.20	40	87.5	113.3
	V	0.22	46	91.5	113.6
	X	0.22	63	90.5	116.0
	XI	0.15	50	70.4	113.1
10日後	I	0.30	65	94.2	122.2
	V	0.29	71	93.2	115.7
	X	0.26	73	92.4	118.4
	XI	0.18	60	81.2	130.5
21日後	I	0.30	65	91.2	118.1
	V	0.33	71	91.5	113.6
	X	0.33	76	90.2	115.6
	XI	0.21	70	80.2	128.9

と変わらない活性値を維持し、他の分節はいずれも更に恢復をみせ、対照値の70~76%の活性値に復してきた。

b) 低体温下照射群 (表18)

他の照射群と同様に活性値は低下するが、3日目にはS Iで常温群が対照値の40%活性値に対し、45%を示し、S Vでも常温群が対照値の46%に対し58%と低体温群の活性値の低下は軽度である。次いで10日目の活性値では3日目と比較して、両群の間の差は次第に少く、21日目ではかえって低体温群が僅かに活性値の高い分節がみられる。以上各照射群の Ch.-E. の変動を図5に示し、常温および低体温照射時の変化をわかりやすくした。

小 括

Ch. E 活性値は、線照射によりかなり著明な変動を示し、一般には照射後3日に低下したのち次第に恢復してゆくが、線量の多少により活性値の低下の程度も異なる。600 r 全身、800 r 腹部照射では21日後にはほぼ対照に戻るが、1000 r、1200 r と次第に21日目に恢復する傾向を失う。常温照射時と低体温照射時の変化を比較すると、全般に低体温群の方が減少も軽く、したがって恢復も早い。両群の間にみられる差は線量の増加するほど不明瞭となつゆく。

(II) AI-ph. 活性値の変動について

第1項 600 r 全身照射群

a) 常温照射群 (表11)

線照射後、活性値は上昇し、小腸のS I~S Xまでは、3日目に対照値より11~12%活性値は上昇し、10日目では、S Xを除き各分節とも3日目より更に僅かながら上昇をつづけ、21日目に至り10日目よりやや低下したが、なお3日目よりやや高い活性値を維持している。

b) 低体温下照射群 (表12)

照射3日目には各分節とも上昇し、S VおよびXでは常温群よりやや高く、また10日目ではS IおよびS XIがやや上昇し、S VおよびS Xでは3日目とほぼ同程度の活性値を示した。21日目では、S IおよびS Vの活性値がやや低下し、S XおよびS XIIの活性値は上昇した。以上より小腸の活性値は、低体温群の方が常温群よりやや高く、大腸では常温群の方が高い傾向をみせているが、その差は決して顕著なものではない。

第2項 800 r 腹部照射群

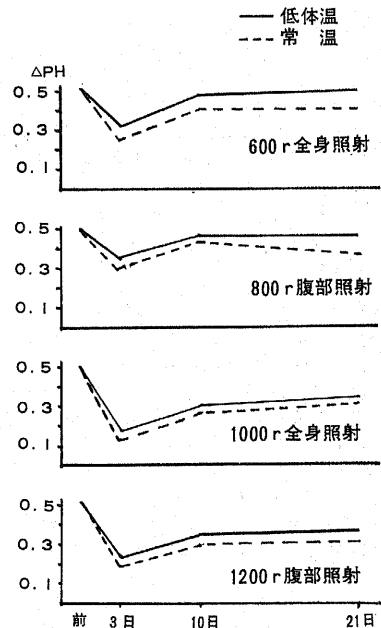
a) 常温下照射群 (表13)

3日目活性値は上昇し、小腸のS I~S Xでは対照値より14%前後上昇するが、大腸ではやや低く8.3%である。10日目では3日目よりS IおよびS XIが更に

表 18 低体温下1200 r 腹部照射群

	Seg.	Ch. E	対照比 (%)	Alk.ph	対照比 (%)
3 日後	I	0.23	45	88.1	114.1
	V	0.27	58	91.1	113.1
	X	0.29	67	88.9	113.9
	XI	0.18	60	71.2	114.4
10 日後	I	0.33	65	93.8	121.5
	V	0.33	71	94.2	117.0
	X	0.30	73	92.1	118.0
	XI	0.20	66	80.8	128.1
21 日後	I	0.34	67	90.1	116.7
	V	0.40	87	91.2	113.2
	X	0.31	74	89.7	115.0
	XI	0.22	73	80.4	128.9

図 5 Ch.-E 活性値の変動 (S I)



著しく上昇したが、S VおよびS Xは僅かに上昇をつづけ、21日目に至り各分節とも10日目よりようやく減少の傾向をみせはじめ。

b) 低体温下照射群 (表14)

3日目の活性値の上昇程度は、常温群とほとんど変わらないが、10日目では3日目より僅かに低下したS I以外の他の分節は、いずれも上昇したが、常温群に比べ上昇の程度はやや少ない。ついで21日目では、10日目より各分節とも活性値はやや低下し、S XIだけは更に僅かに上昇した。結論的に常温群と比べS Iがやや低いほかは、各分節とも著明な差は認められない。

第3項 1000 r 全身照射群

a) 常温下照射群 (表15)

3日目には各分節とも活性値は上昇し、小腸上部のS IおよびS Vでは対照値より約13%上昇したが、S IおよびS XIはやや低く8%の上昇であった。10日目には更に各分節とも上昇し、S XIが対照値より28%上昇し、その程度は最も著しく、他の分節とも18%上昇した。21日目には10日目より小腸に属する分節のみが低くなる傾向をみせたが、S XIではなお高くなっている。

b) 低体温下照射群 (表16)

3日目では、各分節とも常温群より僅かに高い活性値を示した。しかしその程度は600 r 群、800 r 群の場合と大差なく、S Iの増加率が最も大きい。10日目ではS Vが、3日目とほとんど変わらないほかは各分節とも僅かに活性値は上昇し、なお21日目になつても常温群よりも高い活性値を示している。

第4項 1200 r 腹部照射群

a) 常温下照射群 (表17)

照射後10日目の上昇が最も著しく、S Iでは対照値より22%上昇、S XIでは30%上昇する。21日目にはやや下降し、S XIでは約29%、S Iは18%上昇している。かえつて3日目の上昇程度が最も低かつた。

b) 低体温下照射群 (表18)

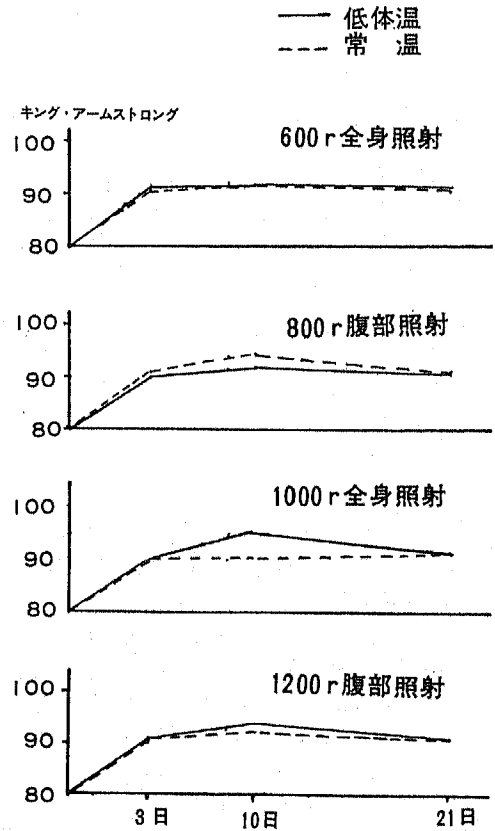
3日目には、S IおよびS XIで14%、S Vで13%の上昇をみせ、10日目では最も上昇し、小腸の各分節は対照値より20%近く上昇したが、21日目には低下の傾向をみせ、S Iのみ常温群より低い以外に他の分節では常温群との間に著しい差は認められないようになった。なおS Vにおける Al-ph 活性値の変動を図6に総括図示してその成績を略記した。

小 括

Al. ph. 活性値はレ線照射により、かなりの変動を示し、一般には照射3日目にやや上昇し、照射10日目に最も上昇したのち次第に恢復してゆく傾向をみせる。線量の多少による活性値の変動は、照射3日目では、ほとんど差はなく、10日目で1000 r、1200 r、照射の活性値は600 r および800 r よりやや高く、21日目では著しい差は認められない。常温照射群と低体温照

射群の変化を比較すると、600 r および800 r では低体温群の方が上昇率が僅かに軽度であるが、線量が多くなると、両群の間にみられる差は不明瞭となった。

図6 Al-ph 活性値の変動 (Seg. V)



第3節 組織学的変化について

(I) 600 r 全身照射群

(a) 常温群

(i) 肉眼的所見: 照射3日後に一部腸内容が水溶性であるものを認めたが、腸管拡張、腸壁の非薄化は認められない。10日後には糞便は固形化し旧に復する。

(ii) 組織学的所見: 3日目、十二指腸絨毛は軽度に萎縮し、やや浮腫状のところがある(図9)。腺細胞には核分裂や核濃縮が認められるが、細胞の腫大はみられない。またリンパ小節に著変はない。粘膜下組織には軽度の充血がみられるところがある。回腸中央部(S V)の絨毛内には軽度の充血、浮腫があり、少数のリンパ球・単球の浸潤を伴い、腺上皮細胞に核分裂が認められる(図10)。回腸末端部(S X)においても絨毛内の充血、浮腫や、リンパ球・単球の浸潤が

認められる(図11)。大腸の腺細胞には粘液分泌が亢進し、上皮内から粘膜下組織にかけてリンパ球、単核球が浸潤している(図12)。しかし筋細胞の変性、神経叢の萎縮・変性はみられない。10日後、十二指腸絨毛内には中等数のリンパ球と少数の形質球が浸潤し、少数の線維芽細胞を伴っている(図13)。空腸においても絨毛内に少数の好中球、形質球が浸潤し、腺細胞に分泌亢進が認められる(図14)。また一部においては浸潤が著しく、毛細管内皮細胞の増殖を伴っている(図15)。大腸の腺細胞には核濃縮に陥つたものや、膨化・腫大した細胞も認められ(図16)。また筋肉神経節においては神経細胞の萎縮と軽度の浮腫がみられる(図17)。

21日後：十二指腸絨毛内に充血と少数の好中球を混じえた単球・形質球浸潤が著しく、血管内皮細胞の増殖も伴っている(図18)。腺細胞の核分裂は認められない。回腸末端部(SX)のリンパ小節が腫大し、反応中心が明瞭になつたものがあり、その隣接部の上皮内から粘膜下組織にかけて、リンパ球浸潤がみられた例もある(図19, 20)。大腸粘膜には著変を認めない。

(b) 低体温群

(i) 肉眼的所見：照射3日目一部腸内容が水溶性であるものを認めたが、腸管拡張、腸壁の非薄化はみられなかつた。10日目には腸内容が水溶性を認めず、糞便は固形化して著変は呈さず、旧に復している。

(ii) 組織学的所見：十二指腸絨毛にごく軽度の浮腫とリンパ球浸潤がみられる。空腸粘膜においては常温照射群と比べて、絨毛内の細胞浸潤は軽度で、一部のものではリンパ小節が軽度に腫大し、腺細胞の核濃縮が認められたが、核分裂はみられない(図21)。回腸末端には粘膜組織の変性・壊死および剝離が認められた例もある(図22)。10日後十二指腸絨毛の浮腫、充血がみられ、少数のリンパ球、好中球、形質球が浸潤し、血管内皮細胞、線維細胞も増殖している(図23)。腺細胞の核濃縮および色質過多がみられる。しかし核分裂は認められない。大腸の腺細胞には軽度の変性がみられるが、炎性細胞浸潤は認められない。21日後では、十二指腸絨毛に軽度の浮腫とごく少数のリンパ球浸潤がみられ、リンパ小節の腫大が認められた例がある(図24)。一部には絨毛内浮腫とリンパ球・形質球浸潤が認められた(図25)。空腸、回腸の粘膜にも常温群に比べて軽度の細胞浸潤がある。大腸粘膜の一部に腺細胞の著明な萎縮が認められるものがある(図26)。

(II) 800 r 腹部照射群

(a) 常温群

(i) 肉眼的所見：3日目腸内は小腸でやや水溶性。大腸で、軟性の糞便を認めたが、腸管の拡張、腸壁の非薄化は認められなかつた。10日目以後は腸内容は、糞便は固形化した。

(ii) 組織学的所見：3日後、十二指腸絨毛に軽度の浮腫と萎縮がみられるが、炎性細胞浸潤はない。空腸の絨毛がやや萎縮・変性に陥り、リンパ球浸潤を伴い、腺細胞の分泌が亢進している部位がある(図27)。回腸末端部においても絨毛の充血がやや強いが、炎性細胞浸潤は認められない。10日後、十二指腸絨毛の一部に変性・壊死があり、腺組織の剝離が認められる、腺細胞の一部に核濃縮や分泌亢進があり、上皮から粘膜下組織へかけて好中球、形質球が浸潤している(図28)。回腸末端では組織の軽度な変性がみられるが、細胞浸潤は十二指腸よりは軽微である。一部の原本には、外縦筋の空泡変性も認められた(図29)。大腸においては腺細胞の変性・細胞浸潤は軽い。

21日後：十二指腸、回腸などの絨毛は軽度萎縮し、細胞の剝離がみられ、散在性にリンパ球浸潤が認められる(図30)。大腸の粘膜下組織に浮腫・充血が強く、少数のリンパ球、好中球浸潤がみられたものもある(図31)。

(b) 低体温群

(i) 肉眼的所見：常温群と比べ、著変はなく、3日目に腸内容は、大腸においては糞便はやや軟性で、10日目には固形化していた。腸管拡張・腸壁の非薄も認められない。

(ii) 組織学的所見：3日後、十二指腸絨毛に軽度の変性がみられ、腺細胞には濃染性の核が多く、分泌亢進も認められる。上皮内に軽度の充血と少数の形質球浸潤がみられる(図32)。空腸においては絨毛内の細胞浸潤は軽度で、回腸においては腺組織は軽度に萎縮している。大腸粘膜には著変はみられない。10日後、3日例に比べると十二指腸絨毛の充血、形質球、少数の好中球浸潤などが著明で、上皮細胞の変性も強くなっている(図33)。回腸における変化は十二指腸のものより軽度である(図34)。大腸粘膜にも腺細胞の萎縮が認められる。21日後、十二指腸絨毛に充血がみられ、血管内皮細胞も増殖し、単球、形質球浸潤が著しい。腺細胞には軽度の変性がみられる(図35)。回腸においては炎性細胞浸潤は軽度となり、大腸における変化も軽くなっている。

(III) 1000 r 全身照射群

(a) 常温群

(i) 肉眼的所見：照射3日目、小腸は全般にわたって拡張し、腸壁も非薄した部分も認められ、腸内容

は淡黄色で水溶性であり、下痢便であつた。しかし10日目には、腸管の拡張は消失し、下痢も認められなかつた。21日目では、著変はなかつた。

(ii) 組織学的所見：3日後、十二指腸絨毛は軽度に変性し、充血もみられる。腺細胞の核は色質過多および濃縮に陥入り、分泌が充進したものが、ヘマトキシリンで淡紫色、顆粒状に染まっているものも認められる(図36)。リンパ小節の軽度腫大を認めた他は炎症性変化はみられなかつた。大腸においても腺細胞の核濃縮と、分泌物貯留によつて多数の濾胞状腺腔が認められた(図37)。

(b) 低体温群

(i) 肉眼的所見：照射3日目小腸では一部腸管の拡張及び非薄がみられ、腸内容は淡黄色水溶性で、常温群と著変はなかつた。10日目、21日目では、腸管の拡張、腸壁の非薄化は確認し得なかつた。

(ii) 組織学的所見：3日後、十二指腸絨毛内の充血と少数の好中球、形質球、リンパ球浸潤が認められ、腺細胞の一部は軽度に変性している(図38)。回腸の腺上皮にも軽度の変性が認められる。10日後、十二指腸絨毛内の充血、リンパ球及び形質球がやや著しく、回腸にも同様の炎症がみられる。腺細胞にも軽度の変性が認められる。21日後、十二指腸の変化にくらべて空腸絨毛に炎症性変化が強いものがあり、好中球、リンパ球、形質球が浸潤している。粘膜下組織の炎性細胞浸潤は軽度であるが、筋間神経叢の浮腫と神経細胞の萎縮・変性を認めたものもある(図39)。

1200 r 腹部照射群

(a) 常温群

(i) 肉眼的所見：照射3日後、小腸全般にわたる腸管の拡張をみ、腸内容は水溶性であるが10日目には、殆んどみられなくなる。

(ii) 組織学的所見：3日後、十二指腸絨毛は軽度に変性・萎縮し、充血がみられ、空腸絨毛もやや萎縮・変性に陥り、腺細胞の分泌が充進している。10日目では、なお十二指腸絨毛に一部変性・壊死があり、腺細胞の一部に核濃縮や、分泌充進があり、粘膜下組織に好中球、形質球が軽度に浸潤している。

(b) 低体温群

(i) 肉眼的所見：肉眼的には常温群と著変なく、小腸は全般にやや拡張しており、腸内容は淡黄色、水溶性である。10日以後は回復し、腸内容は固形化した糞便を認めた。

(ii) 組織学的所見：3日後、十二指腸及び空腸絨毛は軽度に萎縮・変性し、ごく少数の好中球浸潤を伴っている(図40)。が常温群にくらべ軽度である。大

腸粘膜も軽度萎縮している。10日後、十二指腸腺細胞は軽度に膨化し、腺細胞の核にも濃縮が認められる(図41)。空腸絨毛にはごく軽度のリンパ球浸潤と、リンパ小節腫大がみられる例があり(図42)。回腸末端の粘膜下組織にもリンパ球、形質球の浸潤が認められるものもある(図43)が、常温群よりやや軽度である。

21日後：十二指腸絨毛には軽度の萎縮と、散在性にリンパ球浸潤があり(図44)。空腸、回腸粘膜の変化も常温群21日目及び、低体温群の10日目に比べて軽度で、粘膜下組織の所見も少ない。大腸の腺細胞には軽度の変性がみられる。

第IV章 総括並びに考按

今日、悪性腫瘍に対する治療として、手術療法、放射線治療および化学療法が行われているが、まだ化学療法に期待の得られない現在、前二者を併用する機会が外科領域においても非常に多くなつてきている。しかし極めて効果のある放射線治療も、放射線障害が常に伴うことは知られている。1912年 Regaud, Noiger および Lacassagne^①が犬を用いて、消化管に対するレ線照射の有害な影響について報告して以来、レ線に対する消化管の放射線感受性に関する報告は枚挙にいとまがない。

この放射線障害を軽減させる一方法として、低体温下に放射線を照射することが考えられ、Strangeway^②、Cook^③、Patt^④、Smith^⑤ら並びに本邦では足沢^⑥、芦沢^⑦により低体温下放射線照射の生体に及ぼす影響が報告された。これら多くの研究者は、低体温下では一般に放射線障害は軽減されるといい、低体温を行うことにより、被照射体が低酸素状態となるためであると述べている。また梅垣^{⑧⑨⑩}らは、実験的に低体温下で正常組織内と腫瘍内との酸素分圧を測定し、正常組織内の酸素分圧の下降に比べ、腫瘍内の酸素分圧の下降は、その程度が少ないため低体温下で放射線照射を行うと、正常組織の放射線障害は軽減するが、腫瘍の放射線感受性は比較的低下せず、治療比を向上させることができると報告している。当教室の林^⑪は低体温下で胃腸吻合創に一時大量レ線照射を行い、常温下照射に比べ、組織再生能も比較的良く吻合創の癒合は良好で、全身状態も悪化しないことを報告している。

著者は放射線感受性に富む腸管の低体温下レ線照射による影響が、常温下による場合に比べ、どの程度に軽減されるか、ラットを用いて実験的に検索した。

腸管粘膜内の水分

1952年 Conard^{⑫⑬⑭⑮}が初めてラットを用いて

500 r 全身照射を施したのち、消化管重量を測定することにより、消化管の著明な放射線感受性を定量的に示すことに成功し、彼の用いた方法は各種の性質の照射に対する消化管系の相対的感受性を測定するのに生物学的量測定として使用されることが立証され、その後 Strorer^⑩および Bond^⑪らによつて用いられている。一方1963年 Baker および Mitchell^⑫は、ラツテを用いレ線照射後の各時期における消化管粘膜に含まれる水分含有量の変動をもつて消化管系の感受性を相対的に検討している。Conard^⑬はレ線照射後、消化管の全重量を測定した結果、2日目に最もその重量は減少し、5日目に漸次対照に復すること、その減少の程度は線量の大きいほど高度となると述べ、Strorer^⑩もまた同様の報告をなし、赤松^⑭も消化管全重量を測定し、1000 r 以上の全身照射によつて3日目に重量減少をしたまま死亡したと報告している。しかし彼らはいずれも消化管粘膜については測定、検討しなかつた。Baker^⑫らは600 r 全身照射および800 r 腹部照射を行い、消化管粘膜に含まれる水分含有量を測定し、全身照射群においては、照射3日目に著明な水分増加を認め、10日目にはほぼ対照値に復すが、800 r 腹部照射群ではなんら著明な増減は認めていない。

著者は常温群および低体温群について比較検討したが、600 r 全身照射では、両群とも照射3日目に増加し、常温群では十二指腸部(SI)で6.7%の増加に対し低体温群では5%で僅かに増加は軽度であつたが、空腸以下の他の分節では両群の間に差はほとんど認め得なかつた。照射10日目でも両群ともに恢復著しくは対照値に復しており、その差はほとんど認め得ない。800 r 腹部照射群では、600 r 全身照射群同様に水分増加を認めたことは、Baker^⑫らと意見を異にする。両群とも小腸に相当する分節では著しい差は認めがたいが、わずかに上部小腸が下部小腸より水分増加率が高く、大腸は小腸より増加率は軽度である。低体温群は常温群より3日目に水分増加率は少なく、10日目、21日目になり両群の差は十二指腸部を除いて、ほとんど認められなくなつた。1000 r 全身照射群では、低体温群と常温群との差は、600 r 照射群および800 r 照射群より著しく、ことに小腸で顕著であるが大腸では軽度であつた。且低体温群は10日目になりその恢復が著しい。1200 r 群でも1000 r 群と似ており、照射3日目でその差は明瞭に認められ、10日目でも僅かながら低体温群は軽度であるが、各群とも21日目にはほとんど恢復し、両群の差は認められない。また線量と水分増加率とを検討すると、600 r より1000 r 照射の範囲では線量の多くなるにしたがい水分も増加する、更

にこれを常温群と低体温群の比較に及ぼせば、低体温群は線量増加と水分増加は平行関係を示さなくなり、大線量では常温との差は少なくなる Baker^⑫らは腹部照射では水分の変化を認めていないが、著者は腹部照射800 r、1200 r によりいずれも水分増加を認め、且線量増加により水分増加を認め、組織学的にも変化を認めた。

電解質について

水分移動と関係の深い電解質、とくに Na および K について測定した。常温下レ線照射後の電解質の変動については、多くの文献がみられるが、低体温下レ線照射時の腸管粘膜内の電解質の変動に関する文献はいまだみない。Caster^{⑮⑯⑰⑱}および Baker^⑫はレ線照射後 Na は増量すると述べ、Conard^⑬らはやや減少するとし、K については Baker は増量するといひ、Caster、Conard^⑬らは減少すると述べているが、著者の成績では、レ線照射後粘膜内の Na は増量を示したのち、漸次恢復し対照に近ずき、K は減少することを知り得た。

600 r 照射群では、Na は3日目に最も増量し、常温群の小腸で37%の増加を示したのに、低体温群では34%と低く、10日目低体温群がかなり恢復して20%前後の増量に対し、常温群ではなお30%の増加を示した。800 r 腹部照射群でも3日目に両群の差が最も顕著にみられ、低体温群の増加率は軽度である。1000 r 群でも照射3日目に低体温群は常温群より低く、10日目に至り低体温群がほぼ直線的に恢復してゆくに、常温群ではなお30%の増加で恢復は低体温群に比べ遅れている。1200 r 群でも照射3日目で低体温群の増加率は常温群より低いが、10日目では差は更に開き、低体温群の恢復は常温群に比べ良好である。また腸管を部位的にみると両群とも上部小腸の増加がやや強く、大腸ではその増加が少ない。

K については、レ線照射により減少するが、常温群と低体温群を比べると、線量が多くなるにつれ両群の差が明らかになるのは、3日～10日である。Cater^⑮らはラツテに700 r の全身照射を行い、消化管粘膜の電解質を測定したが、Na は照射直後より減少したのち、増量し2日目に最も増量して、その後漸次減少し、またKは直後より減少し、3日目より恢復の傾向をみせ、10日目にはほぼ恢復したと報告しているが、著者の成績もほぼ同じ傾向である。

全身照射を受けた動物では、多くの場合体重減少、下痢を起すが、これと平行して消化管の水分量が増すことが特徴とされ、これは体組織より消化管へ大量の水分および電解質の移動が起るためであり、電解質の

変動は Na より Cl の移動が著明で、組織 Cl-Na 比が低下すると同時に細胞破壊により細胞内電解質 K の喪失が起り、組織 K 濃度も減少してくるといわれている²⁷⁾。また Glenin²⁸⁾らは、ラットに 500~1000 r の全身照射を行い、照射後 4 日まで尿量、Na の排出、Na の血清値の変動を検索したが不変であった。Carter はレ線照射後の全身 K 喪失の主役は、筋組織内の K 喪失に関係し、組織内の K 濃度と D. N. A の変動を観察し、両者は平行関係にあると認めている。更に電解質の変化はホルモンの影響を受け、特に Adrenal Steroid Metabolism の影響を受けるともいわれ²⁹⁾、K と平行関係がみられるともいう。また K は腸管運動性と関連があるであろうと考えられている³¹⁾、Cotton³²⁾らは犬で、抑制された運動性は K Cl の注射によつてある程度克服されることを観察している。Bowers および Scott³³⁾もラットを照射したのも腸粘膜細胞内 K の減少を強調している。生理学的に筋は高 Na、低 K 液に入れると代謝活性は低下するともいわれている³⁶⁾。

1923年 Anderson, Kohlman³⁴⁾および Swann³⁷⁾らは放射線により腸管の緊張が亢進することを認め、Conard も照射直後のラットの腸管に運動機能が亢進し、次いで低下することを認めている。大野³⁵⁾は、照射直後より運動機能が減退し、また線量の大小により腸管運動機能は促進、遅延と相反する現象が起るとしている。Conard は、機能亢進について自律神経に作用する薬物、アトロピン、ニコチン、フィソステグミンなどの如くアセチルコリンの作用を抑制または増大する薬物が、腸管亢進反応を抑制または増大すること、および腸管の局所照射により腸神経節の高さで副交感神経刺激することにより、運動性は亢進するのを認め、レ線照射とアセチルコリンおよび腸管運動との関係を強調している。また胃腸管が神経体液性因子と関係なく、運動・分泌などの機能は交感、副交感神経に支配され、アセチルコリンが副交感神経の化学構造体としての役割を果していることは古くから知られている。これらのことから Ch. E. の測定、検討を行った。

レ線照射により常温群および低体温群ともに Ch. E. 活性値の減少を示した。

600 r 群では、3 日目に著しく減少するが、常温群で約 50% の減少を示すのに低体温群では 40% 前後で、低体温群はかなり軽度である。10 日目では両群とも回復の傾向をみせるが、低体温群の回復が良好である。800 r 腹部照射群では、両群とも 600 r 全身照射群に比べ減少は軽度であり、低体温群は同様に常温群に比べ

減少は少ない。1000 r, 1200 r 照射では最も著しい減少を示し、常温群は照射 21 日目でも低体温群より回復が遅れている。

Doull, Cumings および Burn³⁸⁾らは、ラット小腸の非特異性 Ch. E はレ線照射により減少するといひ、Conard もレ線照射を行つたラットの腸管に含まれる Ch. E およびアセチルコリンを測定し、Ch. E は照射直後より減少し照射 21 日後もなお正常に復さず、またアセチルコリンは照射後一時増加するが、Ch. E. 曲線との関係は明瞭でなかつたとしている。

Al ph. は Gomori³⁹⁾により初めて記載されたが、小腸内での作用機序は炭水化物、特にグルコースの吸収、磷脂質、蛋白分解、ヌクレオチッド代謝機構、組織の成長分化、分泌過程および細胞膜の水分透過に重要な役割を演ずるのではないかと考えられている⁴¹⁾、⁴²⁾、⁴³⁾、⁴⁴⁾が、まだ明らかにされているわけではない。

著者の成績では、レ線照射後粘膜内の Al. ph. 活性値はやや上昇し、最も増加を示すのは 10 日目で、21 日目ではやや低下する。低体温群と常温群との間に著明な差は認めがたかつた。Conard らは 200 r 照射により、照射 24 時間後よりラット小腸に含まれる Al. ph. は、著明に増加したといひ、Rev⁴⁵⁾らはラットに致死線量照射を行つた際、肝に含まれる Al. ph. の増加を報告している。Baker らはラットに 600 r および 800 r 全身および腹部照射を行い、Al. ph. 活性値を電気泳動で測定したが、やや減少したと報告している。Mollura⁴⁶⁾はラットに 2000~1000 r 照射を行い、腸管粘膜中に含まれる Al. ph. を組織化学的に検索し、なんらの変化も認めなかつたと云う。

著者の成績では、照射 0 日目、組織学的に再生の傾向をみせはじめる頃に、かなり増加が認められる点から initial damage よりむしろ組織の再生、分化に影響を及ぼすのではないかと考えられる。

Regard らはレ線照射によつて生じる病理組織学的変化は、線量により異なり、その変化は上皮細胞の微細な変化から、穿孔を伴う腹膜炎まで種々の変化があり、小腸と大腸とでは感受性も異なり、また実験動物の種類によつても違うことを明らかにした。その後 Warren⁴⁷⁾, Martin⁴⁸⁾更に Bloom⁴⁹⁾らが消化管におけるレ線照射の影響について報告しているが、いずれも常温下照射の場合である。

著者の低体温下照射の成績は、600 r 全身照射群では小腸粘膜の腺上皮の核分裂、萎縮、変性、浮腫がみられるが、低体温群がやや軽度である、800 r 腹部照射でも両群に絨毛の変性、萎縮を認めるが、低体温群が軽度で細胞浸潤も少ない。1000 r 全身照射群では、

常温群と低体温群の病変の差異は著明でなく、1200 r 腹部照射では3日目および10日目にみられる絨毛の萎縮、変性、細胞浸潤は低体温群ではやや軽度である。

病変は、十二指腸、空腸、回腸、大腸の順に軽度であり、各線量における組織学的変化は、質的に変わりなく、量的の差が認められた。

Brecher^⑥らは300 r から3000 r までのレ線を照射した犬で、急性レ線障害の治癒可能な範囲を検討し、1000 r では小腸上皮の障害は4日で完全に再生し、1000 r より1500 r までが、急性レ線障害の治癒可能な上限界であると報告した。また赤松^⑦は二十日鼠に300 r より3000 r までの照射を行ない、1000 r では絨毛上皮は剝離、脱落し粘膜は平滑となり一部壊瘍を認め、生存期間も3~4日であり、1500 r, 3000 r では3日目に絨毛、腺ともに消失し、再生の徴候は認められず、消化管症状を呈し死亡したことより1000 r 以上を再生能としている。Tullius^⑧らも1100 r を照射した二十日鼠の消化管の組織所見は再生不能を認めている。

著者の成績では、600 r, 800 r では消化管症状は認めがたく、1000 r および1200 r では全例に下痢を認めたが、いずれも照射3週後まで生存した、しかし1000 r が再生可能の上限界か否かは検索し得なかつたが、消化管症状を明らかに認めた。また1000 r, 1200 r 照射群に消化管の拡張をみたが、赤松、Conard も同様の所見を認め、赤松、大野はレ線照射後腸管運動が減退することから、腸管アトニー更に麻痺性イレウスを想定している。著者は照射後 Ch. E. 活性値の低下および組織学的に神経細胞の萎縮変性を認めたことより、アセチルコリンと腸管運動との関連を考え、腸管アトニー脱を支持したい。しかしこれは今後更に検討の余地があると考えらる。

以上常温照射と低体温照射とを比較検討したが、組織像においても低体温照射は、軽度ではあるが、障害の少ないことを知り得た。

第V章 結 語

レ線障害とくに消化管症状の軽減を計る目的のための基礎実験として、低体温下並びに常温下に600 r, 1000 r の全身照射、および800 r, 1200 r の腹部照射をウイスター系健康ラットに行い、腸管粘膜に及ぼす影響を観察し、次の結果を得た。

(1) 粘膜内の水分は照射3日に増加し、10日目までやや回復の傾向をみせ、以後著明に回復するが、3日、10日いずれも低体温群は、各線量群とも増加は軽度で 回復が早い。

(2) 電解質の変動でも3日、10日において低体温群は Na の増加および K の減少は軽度であり、全身照射群と腹部照射群の差は、みられなかつた。

(3) 酵素活性の変化、Ch. E. は照射後減少するが、3日、10日、21日の全期間を通じ、低体温群の減少は軽度である。Alk. ph. の変化は、レ線照射によって増加するが、10日目が最も著しく、両群の差は殆んどない。

(4) 組織学的変化に関しては全身照射群では、腸管各部門の変化は腹部照射群ほど著明ではなかつたが、再生・回復の点で、低体温群の方が速かである。

腹部照射群では、十二指腸の変化が最も強く、空腸・廻腸の順に変化(腺上皮・絨毛上皮の空胞、核の消失、崩壊、萎縮、浮腫)は軽度となり、大腸が最も変化が少くなつている。

以上より低体温下レ線照射法は、常温下レ線照射法に比較して、腸管粘膜に与える影響を軽減するが、皮膚などの表層組織の場合とはその趣を異にしていることを明らかにしたので、今後の臨床への応用にあつて有力な示唆をもつものと考えられた。

稿を終るに臨み、御指導、御校閲を賜つた皇子直行教授、小林滋助教授に心から感謝の意を捧げるとともに病理組織所見で御指導、御校閲を頂いた第2病理学教室那須教授、永原助教および教室員各位に感謝いたします。

文 献

- ① Regaud, J. Noiger, Lacassagne: Arch. electric Med. 21: 32, 1912 ② 引用 ③ 梅垣洋一郎: 日本医放会誌, 22: 1327, 1961 ④ 梅垣洋一郎: 日本医放会誌, 21: 462, 1961 ⑤ 梅垣洋一郎: 日本医放会誌, 22: 630, 1962 ⑥ 林家 資: 信州医誌, 12: 18, 1963 ⑦ Conard, R. A., : Rad. Res., 5: 107, 1956 ⑧ Conard, R. A., : Am. J. Physiol., 170: 418, 1952 ⑨ Conard, R. A., : Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 82: 3331, 1953 ⑩ Conard, R. A., : Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 86: 664, 1954 ⑪ Conard, R. A., : Rad. Res, 1: 492, 1954 ⑫ 高橋善弥・柴田 進: 臨床酵素学, 文光堂(343) 1963 ⑬ Strangeway, T. S. P., et al: Proc. Roy. Soc. B., 102: 9, 1927 ⑭ Cook, E. V., : Radiology, 32: 289, 1939 ⑮ Patt, H. M. & Swift, M. N., : Am. J. Physiol., 155: 388, 1948 ⑯ Smith, F., et al.: Science, 113: 686, 1951 ⑰ 足沢三之介: 日本医放会誌, 15: 161, 1951 ⑱ 芦沢 昭: 日本医

- 放会誌, 19 : 1416, 1959 ①⑨Strorer, J. B., et al. : Las Alomas Scientific Laboratory Report, L. A 1848, 1954 ②⑩Bond, V. P., et al. : Rad. Res. 1 : 389, 1955 ③⑪Baker, D. G., et al. : Gastroenterology, 44 : 291, 1962 ④⑫赤松雅子 : 広島医学 7, 2755 : 昭34 ⑤⑬Caster, W. O., et al. : Rad. Res., 5 : 189, 1956 ⑥⑭Caster, W. O., et al. : Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 90 : 56, 1955 ⑦⑮Caster, W. O., et al. : Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 91 : 126, 1956 ⑧⑯Coster, W. O., et al. : Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 91 : 122, 1956 ⑨⑰Caster, W. O., et al. : Rad. Res., 5 : 189, 1956 ⑩⑱Glenin, J. L., : Fed. Proc. 15 : 75, 1956 ⑪⑲Darron, D. C., : I. Biol. Chem., 156 : 469, 1944 ⑫⑳Muntwyler, E., et al. : I. Biol. Chem., 156 : 469, 1944 ⑬㉑Bellet, S., et al. : Gastroenterology, 12 : 49, 1949 ⑭㉒Bellet, S., et al. : Am. J. Med., 6 : 712, 1949 ⑮㉓Cotton, M. D., : J. Lab. Med., 37 : 902, 1951 ⑯㉔Bowers, J. Z., et al. : University of California Radiation Laboratory Report UCRL-1101, 1951 ⑰㉕生化学講座 8. 共立出版. P44, 1961 ⑱㉖Anderson und Kohlman. Fortscher. Röntgen, 30 : 102, 1923 ㉗㉘Swann, M. B. R. : Brit. J. Rad., 29 : 195, 1924 ㉙㉚大野浩治 広島医学 : 8 (11), 3133, 1960 ㉛㉜Doull, J. USAF. Radiation Laboratory Progress Report, (July 15. 1953) ㉝㉞Gomori, G. J. : J. Cell. Comp. Physiol., 17 : 71, 1941 ㉟㊱Lundsgard, E. : Biochem. Z. 264 : 221, 1933 ㊲㊳Lundsgard, E. : Skand. Arch, Phys., 72 : 265, 1935 ㊴㊵Verjar, F. et al. : Longmaus, London, 1936 ㊶㊷Drabkin, D. : Proc. Am Diabet. Ass., 8 : 171, 1948 ㊸㊹Rev, K., et al. : Acta Morphologica 1 : 467, 1951 ㊺㊻Mollura. 生化学講座 8. 共立出版より引用 ㊼㊽Warren, S. L., & G. H. Whipple, : J. Am. Med. Ass. 81 : 1673, 1923 ㊾㊿Martin, C. L., : Am. J. Roentogenol. Radium. Ther. 10 : 11, 1923 ㉀㉁Bloom, W. : Histopathology of Irradiation, Mcgrow-Hill Book Co. Inc. New York 1948 ㉂㉃Brecher, G. & Caonkite, E. P. : Am. J. Path., 27 : 676, 1951 ㉄㉅赤松雅子 : 広島医学 7 (5), 1117, 昭34 ㉆㉇Tulluis, J. L. & Barrow, T., Nav. Mad. Res. Inst. Prog. NM 007, 039, 984, Report. No. 23

図 9 : 常温 600 r 全身照射
3 日後, 十二指腸 (No.1)
絨毛軽度に萎縮し, やや浮腫状。

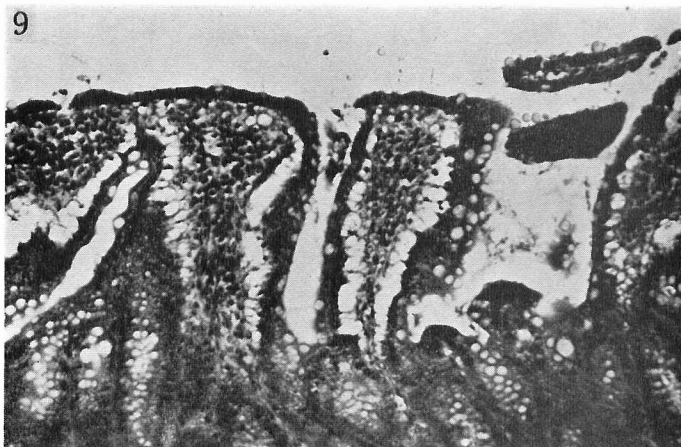


図 10 : 常温 600 r 全身照射
3 日後, 回腸中央部 (No.2)
腺細胞における核分裂像
(矢印)。

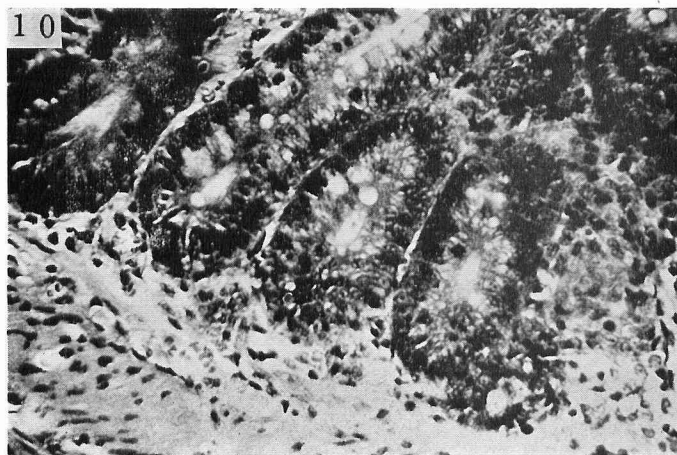
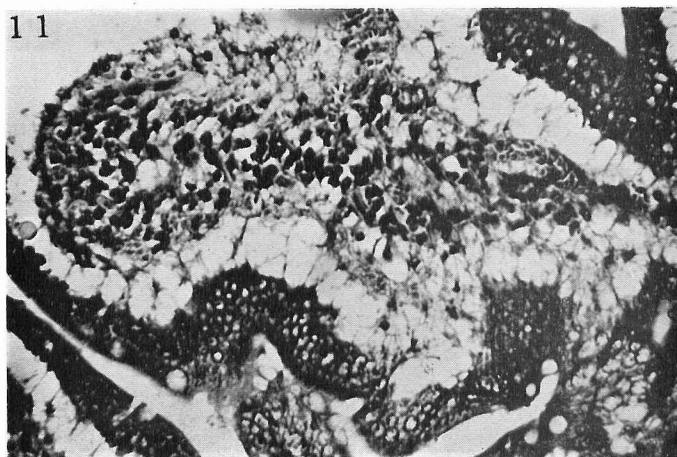


図 11 : 常温 600 r 全身照射
3 日後, 回腸末端部 (No.2)
絨毛内軽度の充血, 浮腫と
リンパ球, 単核球の浸潤。



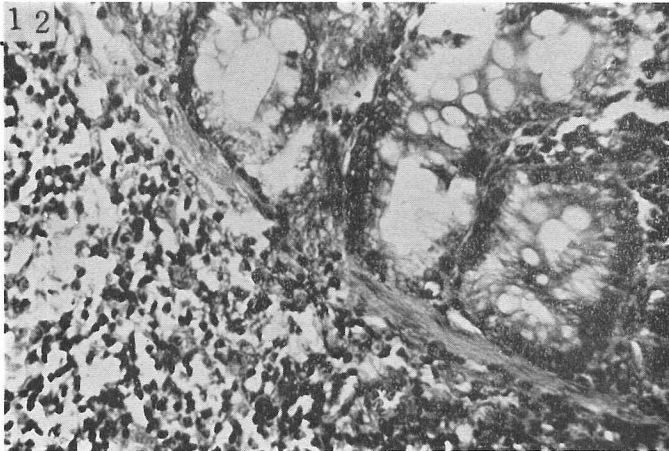


図 12 : 常温 600 r 全身照射
3 日後, 大腸 (No.1)
腺細胞の分泌亢進と粘膜下
組織における充血, リンパ
球, 単核球浸潤。

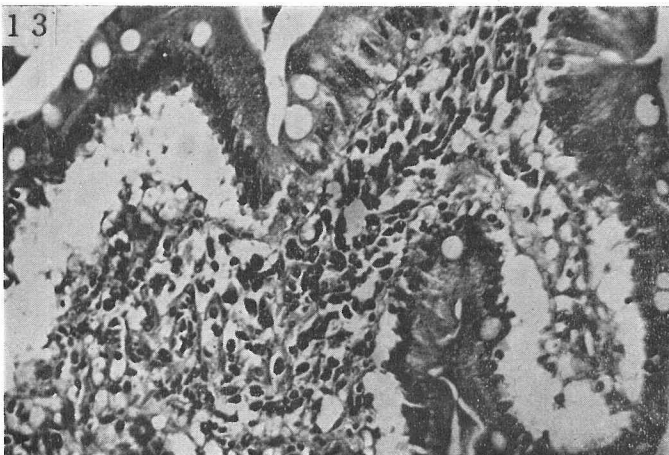


図13 : 常温 600 r 全身照射
10日後, 十二指腸 (No.6)
絨毛内における中等数のリ
ンパ球, 単核球浸潤。

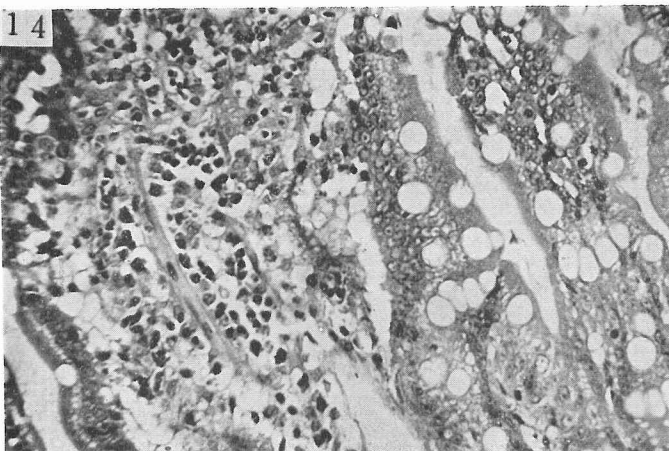


図 14 : 常温 600 r 全身照射
10日後, 空腸 (No.6)
絨毛内における少数の細胞
浸潤と腺細胞の分泌亢進。

図 15 : 常温 600 r 全身照射
10日後, 空腸 (No.9)
絨毛内の少数の好中球と多
数の形質球浸潤, 血管内皮
細胞の増殖。

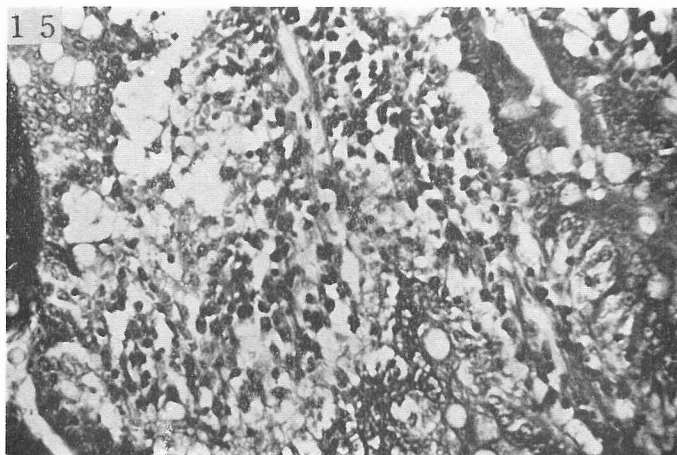


図 16 : 常温 600 r 全身照射
10日後, 大腸 (No.8)
腺細胞の核濃縮や, 細胞の
膨化, 腫大を認める。

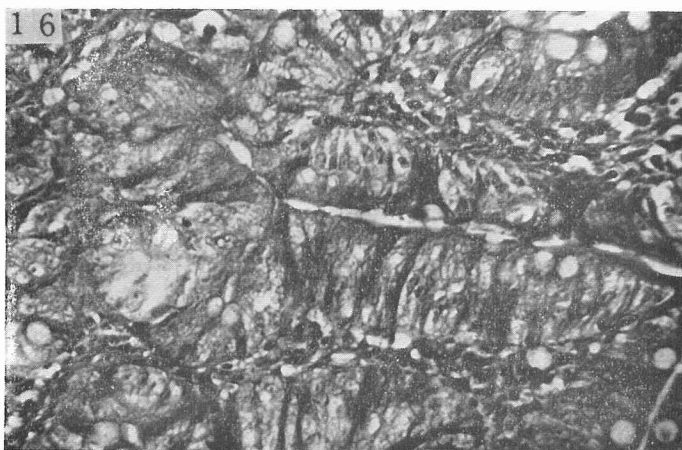
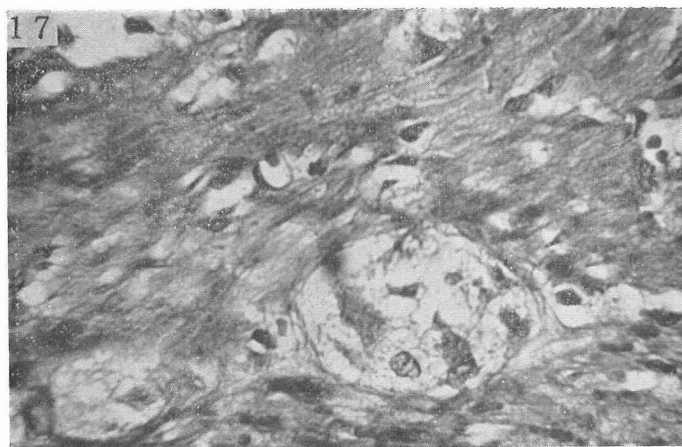


図 17 : 常温 600 r 全身照射
10日後, 大腸 (No.10)
筋間神経節における神経細
胞の萎縮と軽度の浮腫。



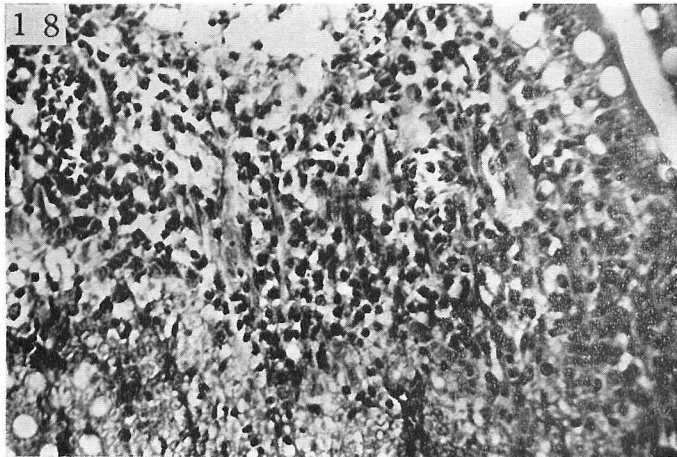


図 18 : 常温 600 r 全身照射
21日後, 十二指腸(No.11)
絨毛内の充血と少数の好中
球を混えた単球, 形質球浸
潤。血管内皮細胞増殖。

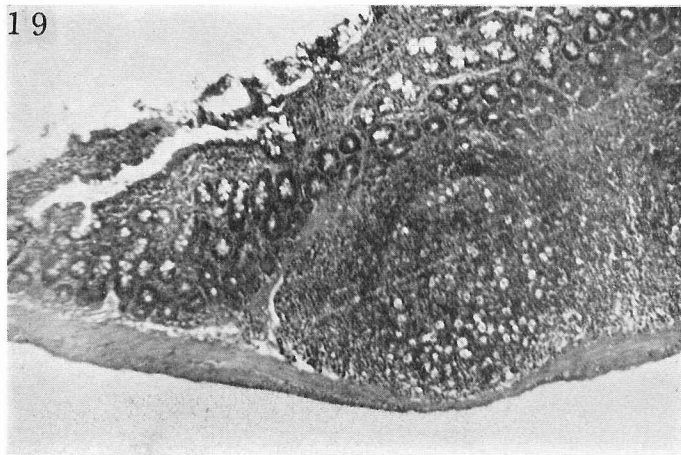


図 19 : 常温 600 r 全身照射
21日後, 回腸末端(No.13)
リンパ小節の腫大と反応中
心の増大明瞭化。

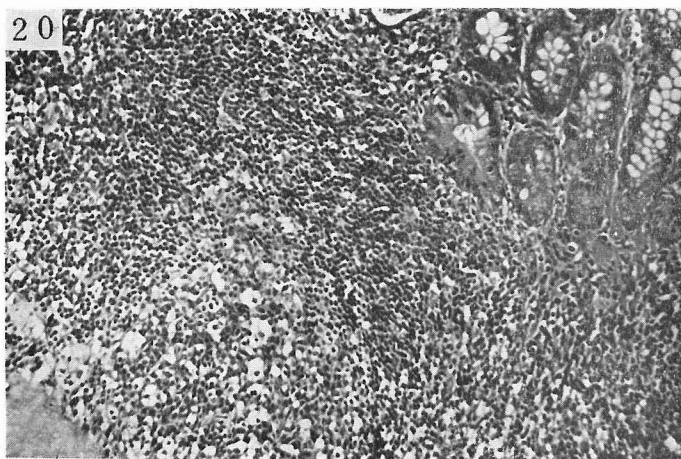


図 20 : 常温 600 r 全身照射
21日後, 回腸末端(No.13)
図19の強拡大。
リンパ小節の腫大と隣接し
た粘膜下組織へリンパ球浸
潤。

図 21 : 低体温600 r 全身照射
3日後, 空腸 (No.16) ,
絨毛内に軽度の細胞浸潤。

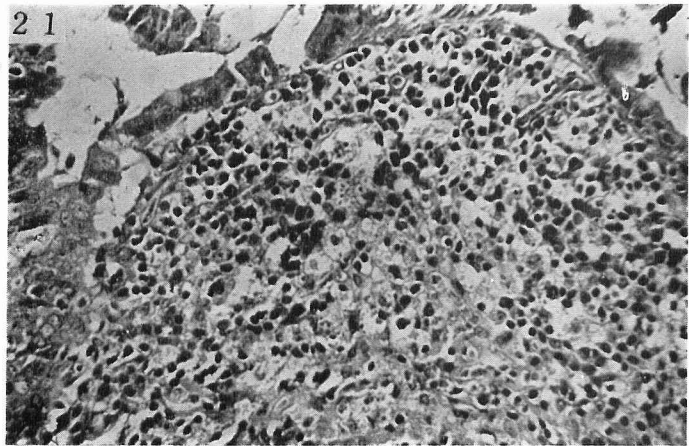


図 22 : 低体温600 r 全身照射
3日後, 回腸末端 (No.16)
粘膜組織の軽度な変性 (右
半部) と剝脱部 (左半部)。

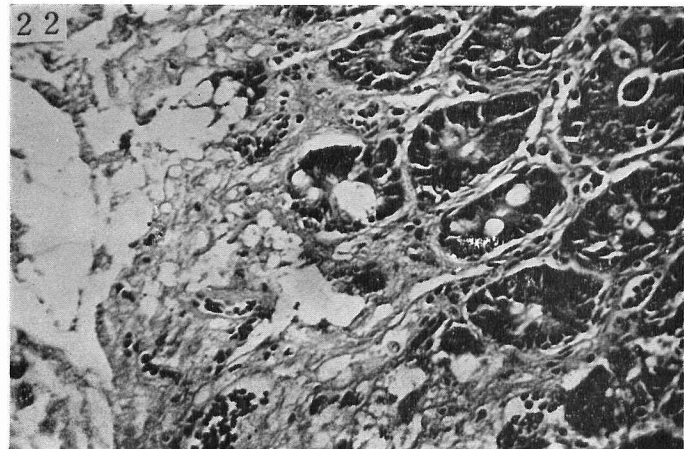
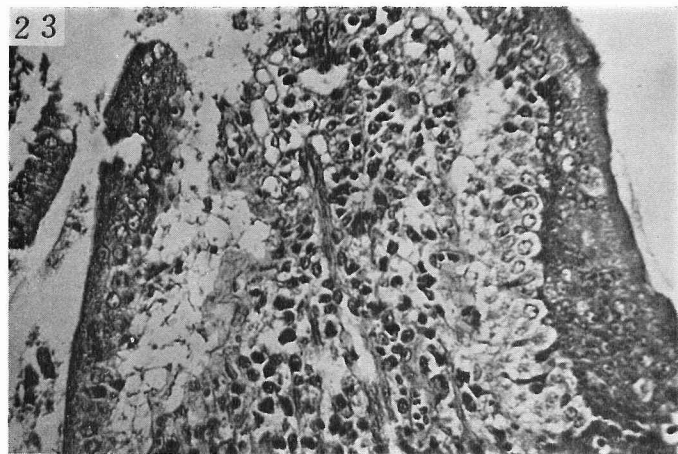


図 23 : 低体温600 r 全身照射
10日後, 十二指腸 (No.21)
絨毛に浮腫, 充血と少数の
リンパ球, 好中球, 形質球
浸潤。及び血管内皮細胞,
線維細胞増殖。



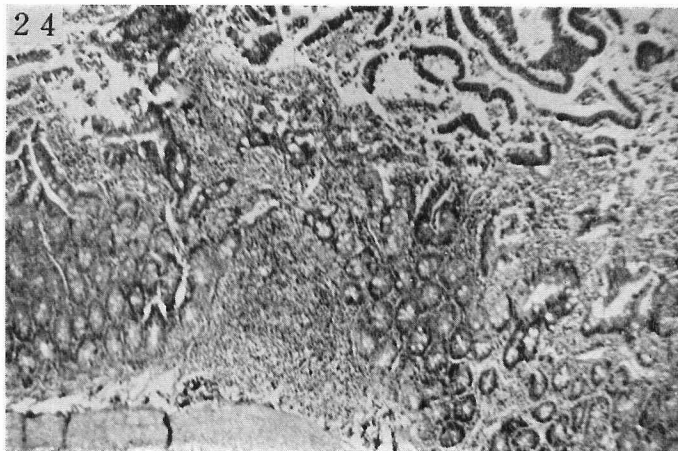


図 24 : 低体温600 r 全身照射
21日後, 十二指腸(No.26)
リンパ小節の腫大。

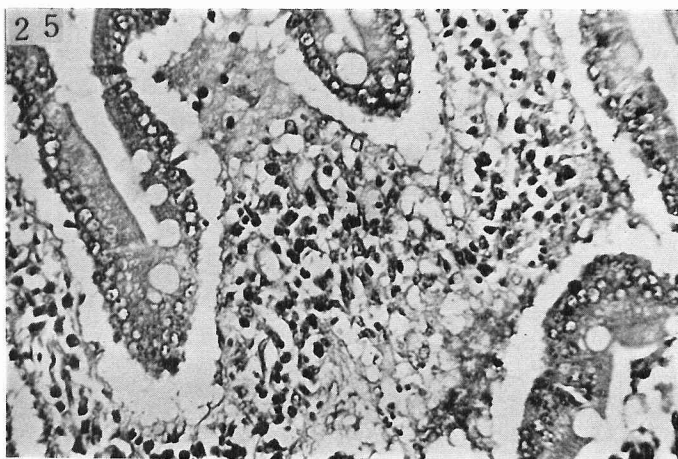


図 25 : 低体温600 r 全身照射
21日後, 十二指腸(No.26)
絨毛内の浮腫とリンパ球,
形質球浸潤。

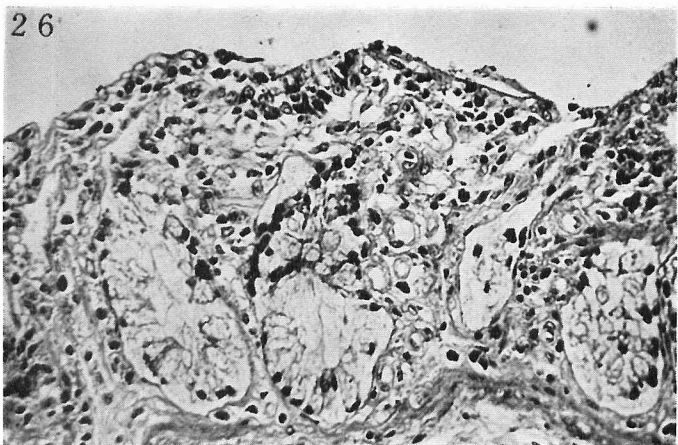


図 26 : 低体温600 r 全身照射
21日後, 大腸(No.26)
粘膜の著明な萎縮変性。

図 27 : 常温 800 r 腹部照射
3日後, 空腸 (No.31)
絨毛の軽度な萎縮, 変性と
軽度な細胞浸潤。

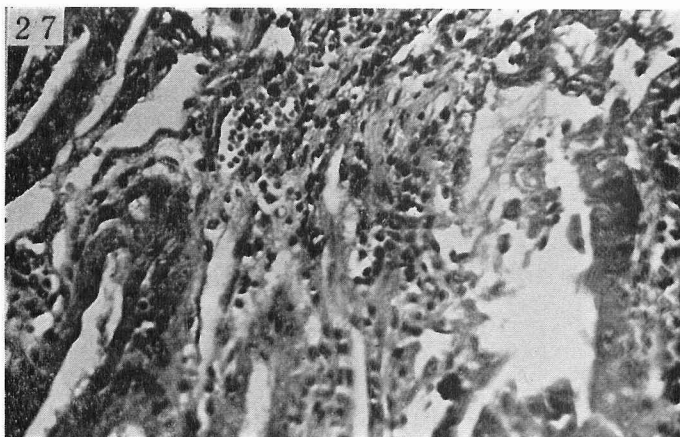


図 28 : 常温 800 r 腹部照射
10日後, 十二指腸 (No.36)
腺細胞の分泌亢進と粘膜下
組織へ好中球, 形質球浸潤。

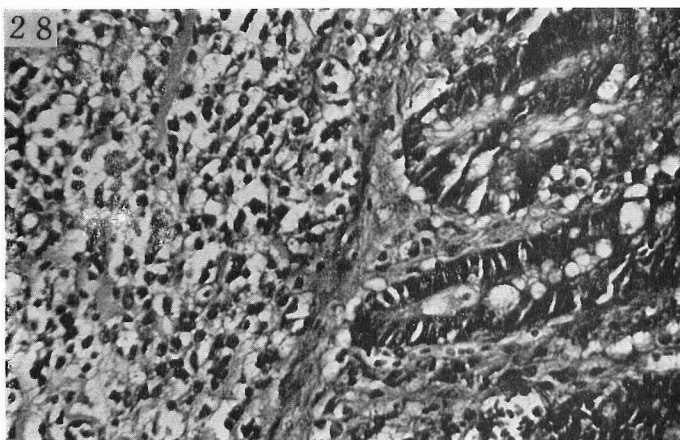
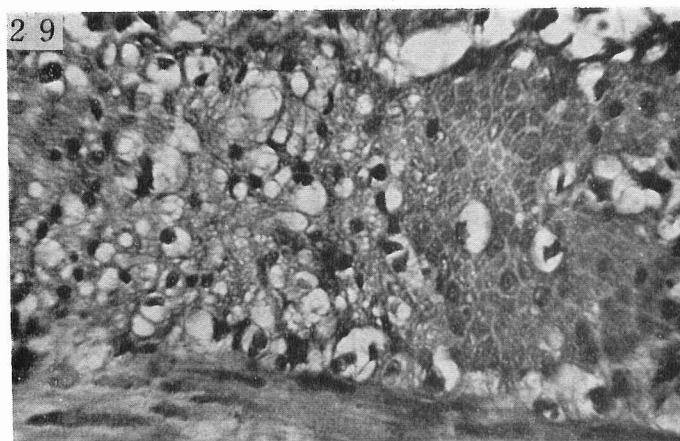


図 29 : 常温 800 r 腹部照射
10日後, 回腸末端 (No.40)
外縦筋の軽度な空泡変性
(左半部)。



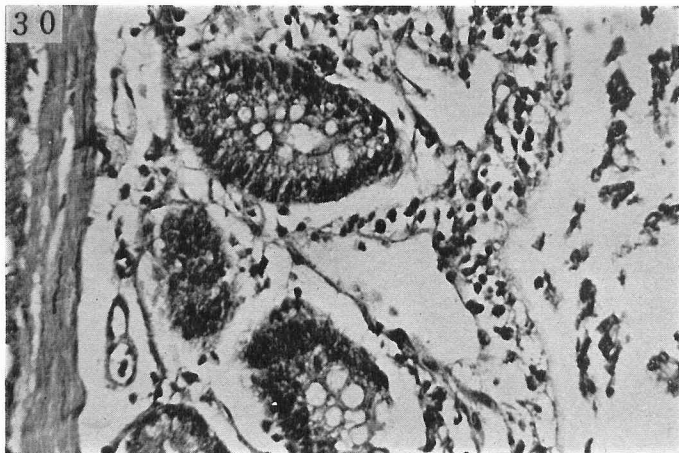


図 30 : 常温 800 r 腹部照射
21日後, 回腸末端(No.43)
絨毛の萎縮, 上皮細胞の剥
離, 軽度のリンパ球浸潤。

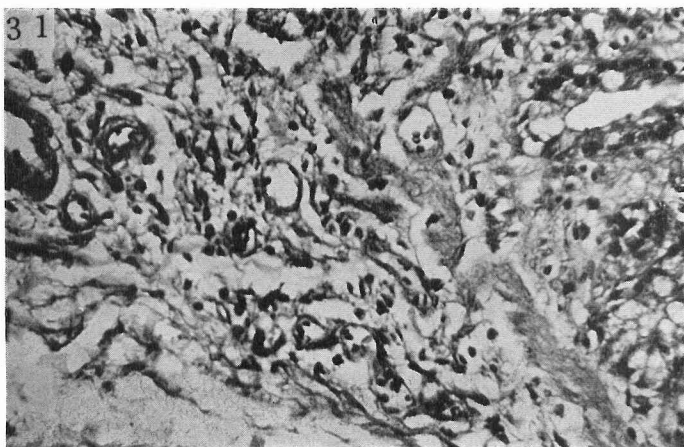


図 31 : 常温 800 r 腹部照射
21日後, 大腸粘膜(No.45)
下組織の少数のリンパ球,
好中球浸潤。

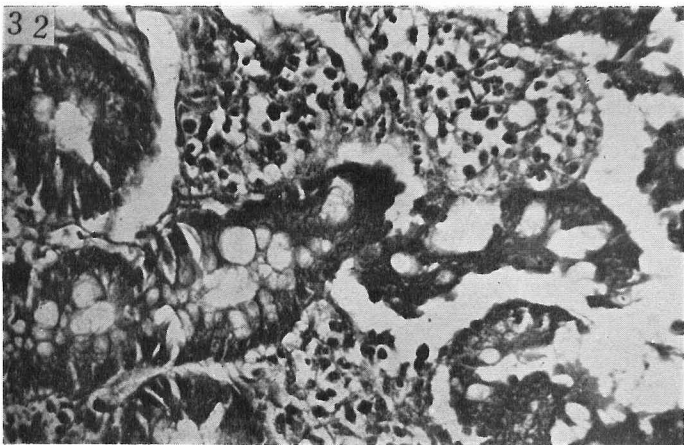


図 32 : 低体温800 r 腹部照射
3日後, 十二指腸(No.48)
腺細胞に濃染性の核が多
く, 分泌亢進と軽度の充
血, 少数の形質球浸潤。

図 33 : 低体温800 r 腹部照射
10日後, 十二指腸(No.58)
絨毛の充血, 形質球と少数
の好中球浸潤が著明。

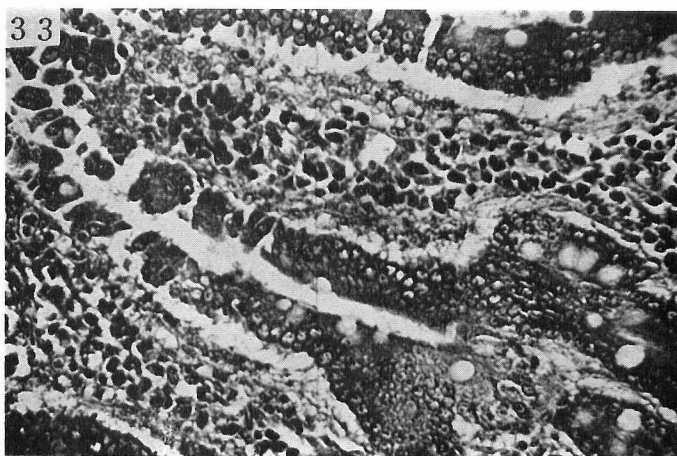


図 34 : 低体温800 r 腹部照射
10日後, 回腸(No.55)
絨毛内における炎性細胞浸
潤。

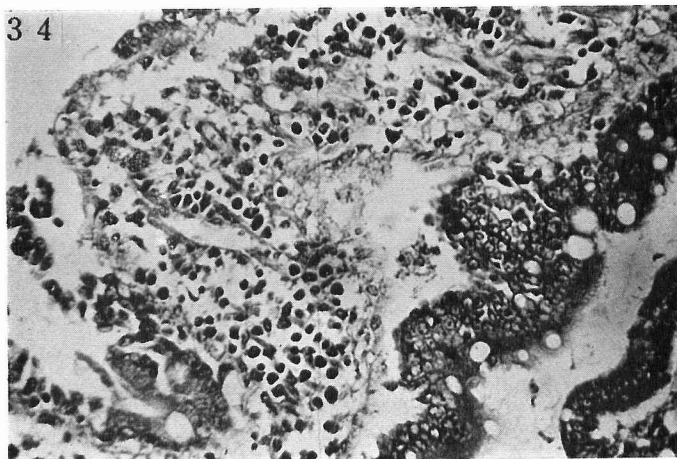
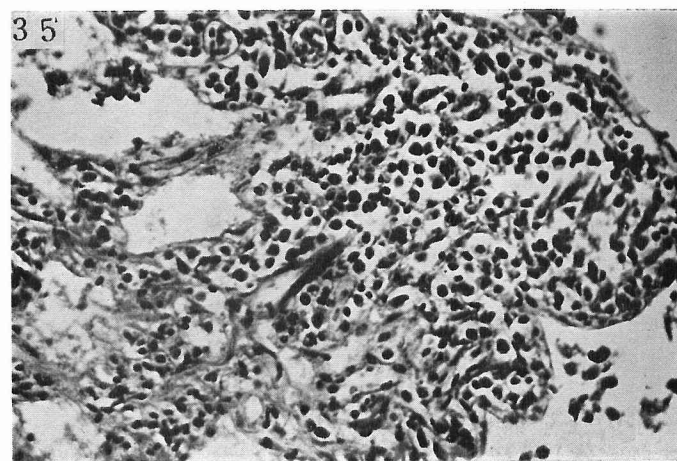


図 35 : 低体温800 r 腹部照射
21日後, 十二指腸(No.60)
絨毛に充血と血管内皮細胞
増殖, 単球, 形質球浸潤が
著しい。



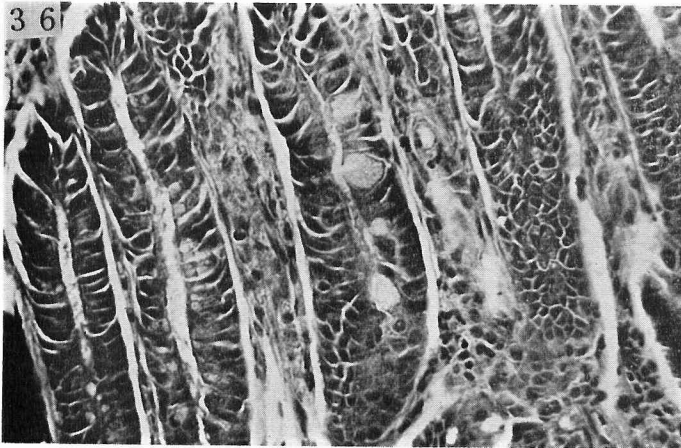


図 36 : 常温 1000 r 全身照射
3日後, 十二指腸 (No.62)
腺細胞の核は色質過多及び
濃縮に陥り, 分泌亢進や
Hämatoxylin で淡紫色顆
粒状に染まる部あり。

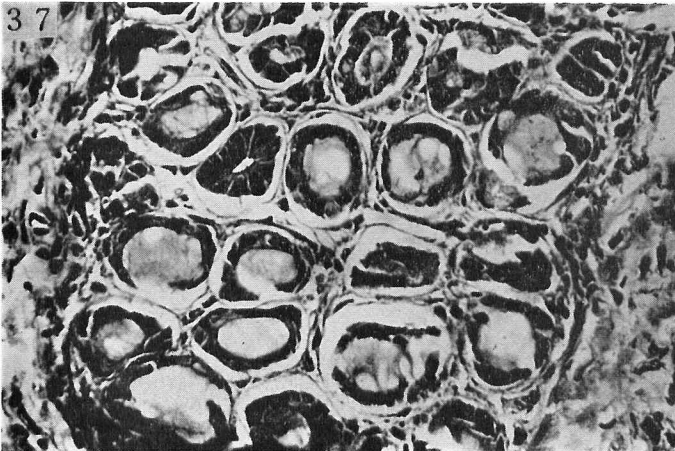


図 37 : 常温 1000 r 全身照射
3日後, 大腸 (No.62)
腺細胞の核濃縮と分泌物貯
溜による濾胞状腺腔。

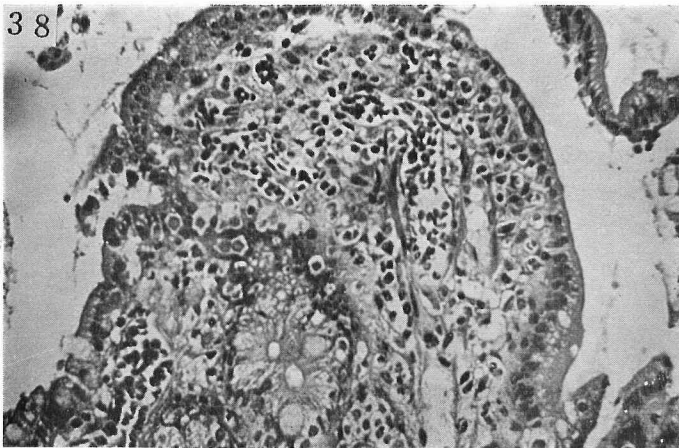


図 38 : 低体温1000r全身照射
3日後, 十二指腸 (No.71)
絨毛内の充血, 少数の好中
球, リンパ球, 形質球浸潤。

図 39 : 低体温1000r全身照射
21日後, 空腸 (No.85)
筋間神経節に浮腫と神経細胞の萎縮, 変性。

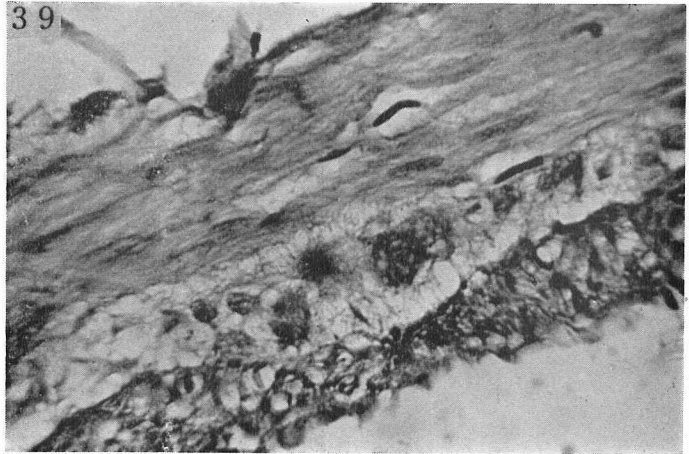


図 40 : 低体温1200r腹腔照射
3日後, 空腸 (No.91)
絨毛軽度に萎縮, 変性。

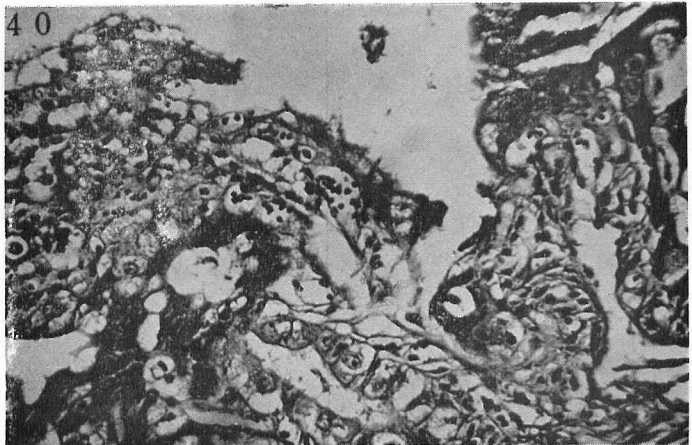
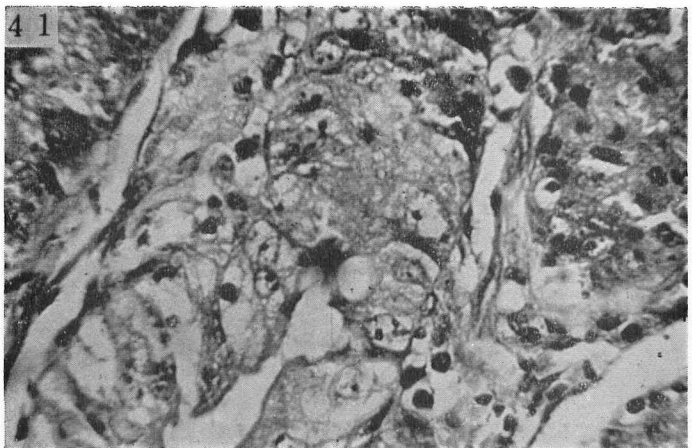


図 41 : 低体温1200r腹腔照射
10日後, 十二指腸 (No.96)
腺細胞の核濃縮と細胞膨化。



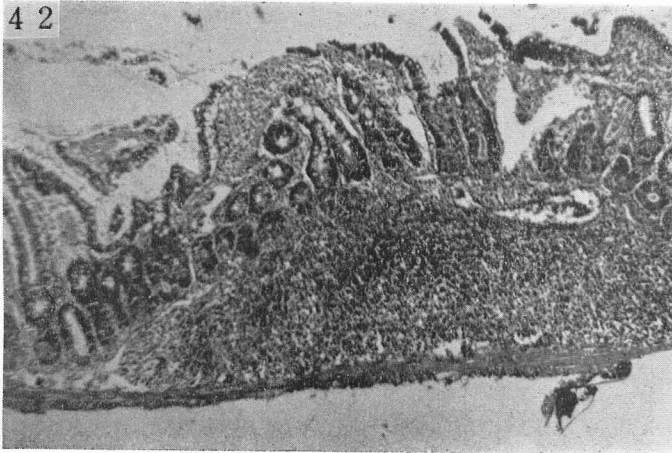


図 42 : 低体温1200r腹腔照射
10日後, 空腸 (No.96)
絨毛にリンパ球浸潤とリン
パ小節腫大。

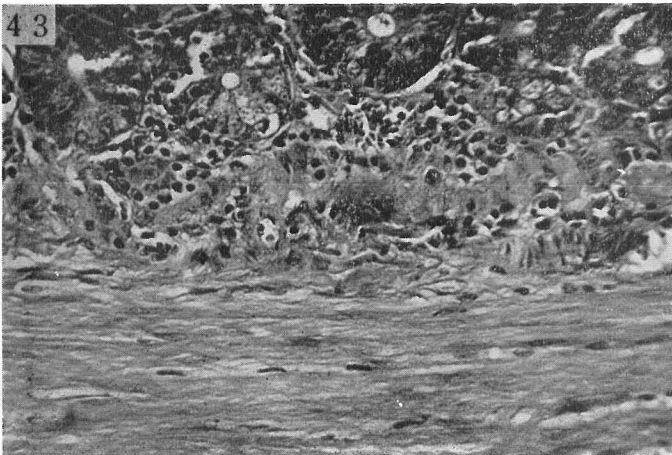


図 43 : 低体温1200r腹腔照射
10日後, 回腸末端 (No.102)
粘膜下組織にリンパ球, 形
質球の軽度な浸潤。

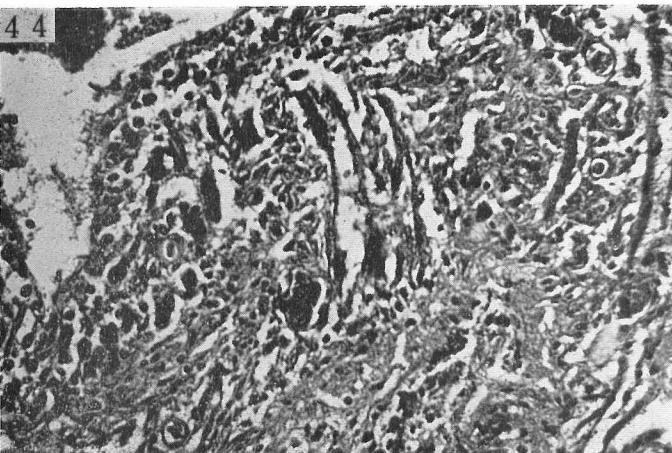


図 44 : 低体温1200r腹腔照射
21日後, 十二指腸 (No.104)
絨毛の軽度な萎縮, 変性。