〔原 著〕

放射線の家兎血清蛋白質に及ぼす影響について*

住 幸治**・直居 豊**

田中卓雄**・片山 仁**

Time sequential changes of various serum protein fractions of rabbits irradiated in a single dose of 800R of ^{60}Co γ -ray, were evaluated by electrophoresis, immunoelectrophoresis and single radial immunodiffusion. The results are as follows ;

- (1) The increase of serum albumin level was observed immediately after irradiation. However, serum albumin level decreased significantly afterwards. On the statistical analysis, significant correlation between serum albumin level and other protein fractions was recognized.
- (2) The significant decrease of α_1 -globulin level was encountered immediately following irradiation.
- (3) Time sequential changes of serum α_2 -globulin were opposite to those of serum albumin level.
- (4) The significant increase of β -globulin was recognized for certain period following irradiation.
- (5) The day of irradiation significant decrease of serum γ -globulin level was obtained in immediate and first day after irradiation.

This phenomenon was thought to be related to IgG value.

Key words : Protein fractions, Rabbit, Radiation, Electrophoresis, Immunoelectrophoresis.

緒 言

放射線の家兎血清蛋白質に及ぼす影響については、電気泳動的变化を中心とした諸家より多数の報告がある¹⁻⁶⁾。しかし、これらの報告は照射方法及び部位等の実験条件が一定ではなくそのため一定の結論には達していない。吉野ら¹⁾は、400R 全身一時照射において総蛋白質量、albumin (以下 alb とする) の減少と α_1 、 α_2 globulin (以下 α_1 -glob, α_2 -glob とする) の増加を認める、一方1000R 全身一時照射では、総蛋白質量、alb, γ -glob の減少と α_1 、 α_2 -glob の増加を認めている。また円尾⁶⁾らは、800R 全身一時照射し、照射直後より7週にわたり血清蛋白分画の経時的变化を検討し、alb の減少、 α_2 、 β -glob の増加、 γ -glob の照射直後の減少を報告している。今回、著者は同じく家兎の LD50 とさ

れる800R 全身一時照射後の家兎血清蛋白分画の経時的变化を観察しその変動に統計学的検討を加えた。更に、照射直後より3日目までの約半数の家兎に γ -glob 分画の減少を認めたため、免疫電気泳動を用いて検討するとともに、IgG の変動については、ゲル内拡散法を用いて、 γ -glob 分画中のどの蛋白が有意に減少したかについて検討した。

実 験 方 法

1) 実験動物

固定飼料により飼育し飼料摂取状況ならびに発育状況等により健康を確認した体重2.5kg 前後の市販雄性家兎を用いた。また、実験に用いた家兎は、実験前7日より実験終了時まで一定の飼料にて飼育した。

2) 採血方法

* Effects of radiation on serum proteins in rabbit.

** Yukiharu Sumi, Yutaka Naoi, Takao Tanaka, Hitoshi Katayama, 順天堂大学医学部放射線医学教室。
(受付1984年12月11日, 受理1985年1月7日)

(90) 生物物理化学

採血及び採血方法は、外的因子を最小にするために毎回夕食摂食前に施行し、家兎固定箱に約5分間固定し静止させた後、耳翼背側静脈より採血した。採血は、照射前、直後、1日後、3日後、5日後、7日後の6回施行した。

3) $^{60}\text{Co}\gamma$ 線照射方法

家兎を固定箱に固定して線源直下で家兎のLD50とされている800Rを全身一時照射した。線量測定は、Victoreen社製ラドコン線量計を使用した。

4) セルロースアセテート電気泳動法

泳動条件、操作等は電気泳動学会標準操作法に従って施行した。

5) 寒天免疫電気泳動法

泳動条件、操作等は同じく標準法によった。

6) ゲル内拡散法

抗ウサギIgGヤギ血清を含む寒天平板の小孔に経時的に採血した血清を入れ、湿潤箱内で室温にて反応させた。更に48時間後に沈降輪の大きさを観察した。

実験成績

1) 血清蛋白分画の変化

$^{60}\text{Co}\gamma$ 線照射による血清蛋白分画の変動をTable

Table 1. Time sequential changes of protein fractions.

case	day	Before	0 day	1 day	3 day	5 day	7 day
1	Alb	65%	71	65	63	60	60
	α_1 -gl	6	5	5	5	6	6
	α_2 -gl	5	3	5	6	8	8
	β -gl	9	9	12	10	12	12
	γ -gl	16	12	13	16	16	16
	γ -gl	16	12	13	16	16	16
2	Alb	62	64	62	60	54	54
	α_1 -gl	8	6	6	6	8	8
	α_2 -gl	6	6	10	10	9	10
	β -gl	8	8	8	8	13	12
	γ -gl	16	16	14	16	16	14
	γ -gl	16	16	14	16	16	14
3	Alb	68	70	66	60		
	α_1 -gl	8	8	8	14		
	α_2 -gl	7	7	8	10		
	β -gl	7	7	10	10		
	γ -gl	10	8	8	6		
	γ -gl	10	8	8	6		
4	Alb	58	56				
	α_1 -gl	11	10				
	α_2 -gl	8	9				
	β -gl	10	10				
	γ -gl	13	15				
	γ -gl	13	15				
5	Alb	60	62	48	48	48	46
	α_1 -gl	10	8	12	12	12	11
	α_2 -gl	6	6	8	8	8	8
	β -gl	8	8	12	12	12	14
	γ -gl	16	16	20	20	20	21
	γ -gl	16	16	20	20	20	21
6	Alb	60	64	60	52	52	50
	α_1 -gl	12	11	11	19	16	15
	α_2 -gl	7	7	9	9	9	10
	β -gl	6	6	8	8	8	10
	γ -gl	15	12	12	12	15	15
	γ -gl	15	12	12	12	15	15
7	Alb	65	68	50			
	α_1 -gl	12	9	25			
	α_2 -gl	6	6	9			
	β -gl	7	7	7			
	γ -gl	10	10	9			
	γ -gl	10	10	9			

case	day	Before	0 day	1 day	3 day	5 day	7 day
8	Alb	66	68	60	54	56	56
	α_1 -gl	5	5	6	8	8	9
	α_2 -gl	7	6	8	11	10	10
	β -gl	8	7	11	13	11	11
	γ -gl	14	14	15	14	15	14
	γ -gl	14	14	15	14	15	14
9	Alb	68	68	60	62	60	58
	α_1 -gl	14	14	17	16	16	16
	α_2 -gl	5	6	7	7	8	8
	β -gl	7	7	10	9	11	11
	γ -gl	6	5	6	6	5	7
	γ -gl	6	5	6	6	5	7
10	Alb	65	68	64	60	60	58
	α_1 -gl	8	7	7	7	8	9
	α_2 -gl	8	7	8	10	9	9
	β -gl	8	7	8	10	10	11
	γ -gl	11	11	13	13	13	13
	γ -gl	11	11	13	13	13	13
11	Alb	62	62	61	59	59	59
	α_1 -gl	7	6	5	6	5	5
	α_2 -gl	8	7	7	7	7	7
	β -gl	6	8	10	12	12	13
	γ -gl	17	17	17	17	18	17
	γ -gl	17	17	17	17	18	17
12	Alb	63	68	64	56		
	α_1 -gl	6	4	4	5		
	α_2 -gl	7	6	8	11		
	β -gl	9	9	12	16		
	γ -gl	15	13	12	12		
	γ -gl	15	13	12	12		
13	Alb	67	69	69	69	69	68
	α_1 -gl	5	4	4	4	4	4
	α_2 -gl	8	6	6	7	7	6
	β -gl	8	8	10	10	9	10
	γ -gl	12	13	11	10	11	12
	γ -gl	12	13	11	10	11	12
14	Alb	64	68	60	58	52	52
	α_1 -gl	11	10	11	11	11	11
	α_2 -gl	6	5	8	8	10	10
	β -gl	9	9	13	16	18	18
	γ -gl	10	8	8	7	9	9
	γ -gl	10	8	8	7	9	9

case	day	Before	0 day	1 day	3 day	5 day	7 day
15	Alb	61	61	55			
	α_1 -gl	8	8	11			
	α_2 -gl	8	8	10			
	β -gl	6	6	9			
	γ -gl	17	17	15			
	γ -gl	17	17	15			
16	Alb	66	69	65	60	60	55
	α_1 -gl	6	4	5	7	7	9
	α_2 -gl	9	8	9	10	10	12
	β -gl	5	5	6	7	8	10
	γ -gl	14	14	15	16	15	14
	γ -gl	14	14	15	16	15	14
17	Alb	54	54	52			
	α_1 -gl	15	15	15			
	α_2 -gl	4	4	4			
	β -gl	7	9	11			
	γ -gl	20	18	18			
	γ -gl	20	18	18			
18	Alb	64	69	66	60	57	55
	α_1 -gl	9	6	8	10	11	11
	α_2 -gl	6	5	5	7	8	8
	β -gl	8	7	9	11	11	13
	γ -gl	13	13	12	12	13	13
	γ -gl	13	13	12	12	13	13
19	Alb	67	69	65	60	60	60
	α_1 -gl	7	7	8	9	9	9
	α_2 -gl	7	7	8	9	9	9
	β -gl	9	9	11	14	13	13
	γ -gl	10	8	8	8	9	9
	γ -gl	10	8	8	8	9	9
20	Alb	63	66	66	65	62	60
	α_1 -gl	10	8	7	7	8	8
	α_2 -gl	8	8	8	8	8	9
	β -gl	8	8	9	9	12	13
	γ -gl	11	10	10	11	10	10
	γ -gl	11	10	10	11	10	10
Control	Alb	65	65	64	64	62	64
	α_1 -gl	10	9	11	11	10	11
	α_2 -gl	7	7	7	8	9	7
	β -gl	7	6	6	6	6	6
	γ -gl	11	13	12	11	13	12
	γ -gl	11	13	12	11	13	12

1に示した。次に各分画の時間的変動をみると、照射前の値を100%として、照射前、直後、1日後、3日後、5日後、7日後について比較検討した。

albの変動を、Table 2に示した。測定誤差を考慮して10%以上の増減を基準において、その変動を検討した。照射直後、3日後においては、albが一時的に減少しているものが多いもののほぼ全例が $\pm 10\%$ 以内におさまっていた。5日後、7日後においては、それぞれ14例中7例(50%)に10%以上の減少を認めた。また、Table 1に示す様に alb は大きなばらつきがなくほぼ全例で同様な結果が得られた。

α_1 -glob の変動に関しては、分画そのものに大きな幅があり、照射前の値においても5~15%の間に分布していた。照射後の変動はTable 3に見られるよう

に、照射直後で半数以上に減少がみられたものの、5日後、7日後においては、10%以上の増加が14例中7例、8例と増加傾向があった。しかし、減少例では照射前に比べて71%となったものもありこの分画はばらつきが目立った。

α_2 -glob の変動は、照射前の分画値がほぼ全例で5~8%であり、増減についてもTable 4の如く、3日後、5日後、7日後で増加している例がほとんどであった。

β -glob の変動をみると、照射前の値は、ほぼ7~10%の間に分布していた。照射後の変動は、Table 5で示したように、5日後、7日後では、全例において10%以上増加していた。増加率は大きく、ほぼ全例で150~200%となっていた。増加の程度は、5分画中で

Table 2. Time sequential changes of serum albumin.

	0 day	1 day	3 day	5 day	7 day
increased					
stable	20	17	12	7	7
decreased		3	5	7	7
total	20	20	17	14	14

Table 4. Time sequential changes of α_2 -globulin.

	0 day	1 day	3 day	5 day	7 day
increased	2	11	13	11	12
stable	9	5	1	1	
decreased	9	3	2	2	2
total	20	19	16	14	14

Table 3. Time sequential changes of α_1 -globulin.

	0 day	1 day	3 day	5 day	7 day
increased		6	8	7	8
stable	9	4	1	4	3
decreased	11	9	7	3	3
total	20	19	16	14	14

Table 5. Time sequential changes of β -globulin.

	0 day	1 day	3 day	5 day	7 day
increased	2	15	14	14	14
stable	15	3	1		
decreased	3	1	1		
total	20	19	16	14	14

最も顕著であった。

γ -glob 分画の照射前の変動は、分布域が広く 6～17%であった。Table 6 で示す如く、照射直後 1 日後で約半数例において 10%以上減少し、3 日目以降ではほとんどが 10%以内の増減におさまっていた。

次に各分画の照射前後の変動に対して、統計学的検討を行った。照射前値と照射後値とについてそれぞれ 7 検定を用いて有意差検定を行った。

alb は、Table 7 に示したように、照射直後で正の、1 日以降では負の有意差を示し、照射 1 日後の危険率 5%以下を除き、すべて危険率 1%以下で有意差を認めた。すなわち、alb は照射直後で増加し、1 日後以降では減少することが判明した。

α_1 -glob の変動をみると、Table 8 に示したように照射直後では危険率 0.1%以下で負の有意差を認めた。一方、7 日後では、危険率 5%以下で正の有意差を認

めた。しかし、1 日後、3 日後、5 日後における増加については有意差を認めることはできなかった。よって α_1 -glob は照射直後で減少し 7 日後で増加することを認めた。

α_2 -glob の変動については、Table 9 に示したように、照射直後では、危険率 5%以下で負の有意差を認め、1 日後では危険率 5%以下で正の有意差を、3 日目、5 日目、7 日目でもそれぞれ 0.1%、1%、0.1%以下の危険率で正の有意差を認めた。よって α_2 -glob は、直後で減少し、1 日後以降 7 日目まで増加することを認めた。

β -glob の変動をみると、Table 10 に示したように、照射直後の増加については統計学的に有意差を認めないが、1 日後以降においては、危険率 0.1%以下で正の有意差を認めた。従って β -glob は照射 1 日後以降 7 日目まで増加することを認めた。

Table 6. Time sequential changes of γ -globulin.

	0 day	1 day	3 day	5 day	7 day
increased	2	2	3	3	3
stable	11	9	7	10	10
decreased	7	8	6	1	1
total	20	19	16	14	14

Table 7. Statistical analysis of time sequential changes of serum albumin.
—comparison between before and after radiation—

	N	MEAN	S.D.	S.E.	T	PP
0 day	20	2.300	2.003	0.448	5.136	0.000 ***
1 day	19	-2.737	4.782	1.097	2.494	0.023 *
3 day	16	-5.250	4.058	1.014	5.175	0.000 ***
5 day	14	-6.429	3.917	1.047	6.141	0.000 ***
7 day	14	-7.714	4.065	1.087	7.100	0.000 ***

Table 8. Statistical analysis of time sequential changes of α_1 -globulin.
—comparison between before and after radiation—

	N	MEAN	S.D.	S.E.	T	PP
0 day	20	-1.150	0.988	0.221	5.205	0.000 ***
1 day	19	0.421	3.469	0.796	0.529	0.603 N.S
3 day	16	0.875	2.754	0.688	1.271	0.223 N.S
5 day	14	0.786	1.805	0.482	1.629	0.127 N.S
7 day	14	0.929	1.859	0.497	1.869	0.084 +

Table 9. Statistical analysis of time sequential changes of α_2 -globulin.
—comparison between before and after radiation—

	N	MEAN	S.D.	S.E.	T	PP
0 day	20	-0.450	0.826	0.185	2.438	0.025 *
1 day	19	0.947	1.545	0.354	2.673	0.016 *
3 day	16	1.750	1.571	0.393	4.457	0.000 ***
5 day	14	1.714	1.541	0.412	4.163	0.001 **
7 day	14	2.000	1.754	0.469	4.266	0.001 ***

γ -glob の変動をみると、Table 11に示したように、照射直後、1日後において危険率5%以下で負の有意差を認めたが、3日目以降の増減については有意差を認めなかった。すなわち、 γ -glob の減少を照射直後、1日後に認めた。

次に alb と各分画における相関を統計的に検討した。それぞれの回帰直線、相関係数および危険率は、Table 12に示した。各分画の回帰直線は、Fig 1, 2, 3, 4に示した。

alb と α_1 -glob の相関については、照射直後で、

$y = -0.8x + 71.9$ 相関係数 -0.5342 , 1 日後は、 $y = -0.81x + 68.4$ 相関係数 -0.7355 , 3 日後 $y = -0.53x + 63.9$ 相関係数 -0.4568 , 5 日後 $y = -0.81x + 65.2$ 相関係数 -0.5712 , 7 日後 $y = -0.95x + 65.4$ 相関係数 -0.6074 ですべて危険率0.1%以下で有意の負の相関を認めた (Fig. 1)。

α_2 -glob との相関をみると、直後 $y = -0.65x + 69.8$ 相関係数 -0.1985 , 1 日後 $y = -0.50x + 64.8$ 相関係数 -0.1410 , 3 日後 $y = -1.20x + 69.5$ 相関係数 -0.3820 , 5 日後 $y = -2.11x + 75.8$ 相関係数 -0.4124 ,

Table 10. Statistical analysis of time sequential changes of β -globulin.
—comparison between before and after radiation—

	N	MEAN	S.D.	S.E.	T	PP
0 day	20	0.050	0.759	0.170	0.295	0.772 N.S
1 day	19	2.263	1.408	0.323	7.006	0.000 ***
3 day	16	3.250	2.176	0.544	5.975	0.000 ***
5 day	14	3.786	1.968	0.526	7.197	0.000 ***
7 day	14	4.571	1.828	0.488	9.358	0.000 ***

Table 11. Statistical analysis of time sequential changes of γ -globulin.
—comparison between before and after radiation—

	N	MEAN	S.D.	S.E.	T	PP
0 day	20	-0.800	1.436	0.321	2.491	0.022 *
1 day	19	-0.895	1.953	0.425	2.105	0.050 *
3 day	16	-0.625	2.156	0.539	1.159	0.264 N.S
5 day	14	0.286	1.437	0.384	0.744	0.470 N.S
7 day	14	0.214	1.672	0.447	0.479	0.640 N.S

Fig.1. Correlation line between albumin and α_1 -globulin.

(94) 生物物理化学

7 日後 $y = -1.72x + 71.7$ 相関係数 -0.4907 で、直後 1 日後、3 日後、5 日後においては、危険率 1% 以下で、7 日後においては危険率 0.1% 以下で有意の負の相関を認めた。(Fig. 2)

β -glob では、判然とした相関は認められないものの明らかに照射 1 日以後増加していると思われた。(Fig. 3)

Table 12. Correlation between albumin and α_1 , α_2 , β - and γ -globulin.

		0 day	1 day	3 day	5 day	7 day
α_1 -globulin	y	$-0.80x + 71.9$	$-0.81x + 68.4$	$-0.53x + 63.9$	$-0.81x + 65.2$	$-0.95x + 65.4$
	r	-0.5342	-0.7355	-0.4568	-0.5712	-0.6074
	p	< 0.001***	< 0.001***	< 0.001***	< 0.001***	< 0.001***
α_2 -globulin	y	$-0.65x + 69.8$	$-0.50x + 64.8$	$-1.20x + 69.5$	$-2.11x + 75.8$	$-1.72x + 71.7$
	r	-0.1985	-0.1410	-0.3820	-0.4124	-0.4907
	p	< 0.01**	< 0.01**	< 0.01**	< 0.01**	< 0.001***
β -globulin	y	$-1.1x + 73.8$	$-0.23x + 63.2$	$-0.52x + 64.8$	$-0.73x + 66.2$	$-0.85x + 66.8$
	r	-0.2864	-0.0720	-0.2850	-0.3535	-0.3399
	p	< 0.01**	< 0.01**	< 0.01*	< 0.01**	< 0.01**
γ -globulin	y	$-0.86x + 76.5$	$-0.67x + 69.2$	$-0.47x + 64.9$	$-0.55x + 65.0$	$-0.62x + 64.7$
	r	-0.6595	-0.4270	-0.3948	-0.4266	-0.4298
	p	< 0.001***	< 0.001***	< 0.01**	< 0.01**	< 0.01**

y: regression line
r: correlation coefficient
p: percentage of risk

γ -glob においては、直後 $y = -0.86x + 76.5$ 相関係数 -0.6595 、1 日後 $y = -0.67x + 69.2$ 相関係数 -0.4290 、3 日後 $y = -0.74x + 64.9$ 相関係数 -0.3948 、5 日後 $y = -0.55x + 65.0$ 相関係数 -0.4266 、7 日後 $y = -0.62x + 64.7$ 相関係数 -0.4298 で照射直後、1 日後においては危険率 0.1% 以下で、3 日後、5 日後、7 日後においては危険率 1% 以下で有意の負の相関を認めた。(Fig. 4)

以上、alb は各分画との間に負の相関を認めたが、特に α_1 -glob 及び照射直後と 1 日後の γ -glob とについては危険率 0.1% 以下の有意な相関を示していた。次に各分画の時間的変動と alb との相関を、照射直後、1 日後、3 日後、5 日後、7 日後について各々比較した。 α_1 -glob は、時間的変動を統計的に検討しても 1 日後、3 日後、5 日後では有意の増減は認められなかったが、alb との相関をみると常に 0.1% 以下の危険率で有意であり、 α_1 -glob は alb の変動を代償しているものと思われた。 γ -glob について、時間的変動をみると、照射直後および 1 日後で有意の減少を示しているにもかかわらず alb との相関においては、照射 1 日後で負の相関を示していた。この現象をより詳細に検討するために、 γ -glob 分画について免疫電気泳動法、ゲル内拡散法を用いた。

Fig.2. Correlation line between albumin and α_2 -globulin.

Fig.3. Correlation line between albumin and β -globulin.

Fig.4. Correlation line between albumin and γ -globulin.

Table 13. Time sequential changes of IgG using with single radial immunodiffusion.

case	day	before radiation	0 day	1 day	3 day	5 day	7 day
A		346 (100%)	314 (91%)	314 (91%)	314 (91%)	346 (100%)	380 (109%)
B		452 (100%)	380 (84%)	380 (84%)	380 (84%)	452 (100%)	380 (84%)
C		452 (100%)	380 (84%)	314 (70%)	314 (70%)	346 (77%)	452 (100%)
D		452 (100%)	380 (84%)	314 (91%)	314 (91%)	380 (84%)	—
E		575 (100%)	380 (66%)	380 (66%)	490 (85%)	490 (85%)	—
control		452 (100%)	415 (92%)	452 (100%)	452 (100%)	452 (100%)	415 (92%)

Fig.5. Time sequential changes of IgG using with single radial immunodiffusion.

2) 免疫電気泳動

照射直後及び1日後の γ -glob分画の減少について免疫電気泳動を用いて各沈降線の変化を検討した。正常家兔血清蛋白の免疫電気泳動における各沈降線の位置は、最も陽極寄りに alb が認められ、陽極から陰極にむかって α_1 -antitrypsin (α_1 -AT), α_2 -macroglobulin (α_2 -M), β -lipoprotein (β -LP), transferrin (Tf), IgA, IgM, IgG となっている。抗血清溝を境に上に control を下に照射後の各血清を泳動して各々沈降線を対照させた。それぞれ上下は対称であり特異な沈降線は認められないものの、 γ -glob 分画減少の著しい例では、IgG の沈降線はやや細く不鮮明であった。IgA, IgM については、はっきりとした変化は認められなかった。

3) ゲル内拡散法

免疫電気泳動法で γ -glob 分画減少の著しい家兔において IgG の減少が疑われたが IgG の減少をより定量的に確認するためにゲル内拡散法を用いて半定量的に IgG の変動を検討した。 γ -glob 減少家兔5例について行ったゲル内拡散法の結果は、Table 13, Fig. 5 に示したように照射直後から3日後にかけて約10~20%の IgG の減少を認めた。その後5日~7日後にかけて IgG の減少は回復してきていた。

総括並びに考察

家兔に800R 全身一時照射を行い照射後の血清蛋白分画の変動について観察し、その増減について統計学的に検討した。

放射線の家兔血清蛋白に及ぼす影響については諸家の多くの報告がみられるが、一定の結論には達していない。これは照射線量等の実験条件が一定でなく様々異なるためと思われる。今回著者は、家兔の全身照射の LD50 とされる 800R⁷⁾ 全身一時照射した。今回の実験においては実験経過中死亡例は20例中6例 (30%) と死亡率はやや低い値を示した。

alb は、照射直後において10%以上増加するものは2例にすぎないものの、統計学的検討によれば有意に増加しており、1日後以降では有意に減少していた。alb は5日から7日目でもっとも減少していた。全身照射における alb の減少は諸家の報告とも一致しており吉野¹⁾は、400R, 1,000R とそれぞれ全身一時照射して照射1日以降に減少を認め、その減少も1,000R でより大きいとしている。土屋⁴⁾、円尾⁶⁾らもそれぞれ1,000R, 800R, 全身一時照射において照射1日後以降にお

ける alb の減少を認め、2 週目以降で回復がみられるとしている。新井³⁾は、200R、500R、1,000R と全身一時照射を比較し、200R、500R では alb の減少はほとんどみられなかったとしているが、1,000R 照射の死亡例においては alb の減少を認めており、alb の減少は照射線量によるものと思われる。また、紫田²⁾は、600R が全身一時照射において家兎血清蛋白分画に変化をおこす最低の条件として報告している。alb の 1 日目以降の減少は照射による肝障害に基づくものと思われ、吉野¹⁾は、1,000R 照射家兎の死亡直後の解剖で肝の退行変性及び循環障害を認めたとしている。また、菱田⁵⁾は、200R 全身照射家兎と肝臓部 200R 照射家兎との比較において、肝臓部照射家兎において alb の減少がより著明であったと報告している。照射直後の alb の増加については、吉野¹⁾、円尾⁶⁾らの報告でも指摘されていたが今回統計学的にも有意に増加しており、その他の glob 分画との有意の負の相関が認められることより直後の γ -glob の減少に対しての相対的な増加と考えられる。

α_1 -glob については照射直後の減少と 7 日目の増加に有意の傾向がみられたものの、1 日後、3 日後、5 日後の変動については、はっきりとした傾向はみられなかった。しかし、alb との相関では有意の負の相関が認められた。

α_2 -glob の変動をみると、直後の減少及び 1 日後以降の増加について統計学的にも有意であり alb とともに有意の負の相関が認められた。 α -glob (特に α_2 -glob) の変動は、吉野¹⁾、土屋⁴⁾、新井³⁾も 400R、1,000R 照射時で報告している。 γ -glob は、alb 減少時に代償的に増加し、熱性疾患、感染症、悪性腫瘍などの組織破壊の著しい場合に増加すると言われているが、本実験における γ -glob 分画の照射後の増加が放射線の照射の影響による特異な現象であるかあるいは組織破壊に続発するものであるかははっきりしなかったが、統計学的にも alb との有意の負の相関が認められており、alb の減少を代償しているものと思われた。

β -glob 分画は、照射直後には有意の傾向が認められないが、照射 1 日後以降では明らかな増加を認めた。吉野¹⁾、新井³⁾、菱田⁵⁾、円尾⁶⁾らの報告においてもいずれも β -glob 分画の増加を認めている。人血清の場合、免疫電気泳動において β -glob 分画は主として transferrin (Tf) によって占められており β -glob 分画の大きな増減は、Tf の増減に基づくものと考えてよいとさ

れており⁷⁾、家兎による免疫電気泳動においても β -glob 分画の増加の著しい血清においては Tf の沈降線が濃く鮮明になっており、Tf の増加と思われた。よって β -glob 分画の増加は主として Tf の増加に基づくものであると言っていることができるが、他方 β -glob 分画はいくつかの糖蛋白及びリポ蛋白を含む複合蛋白でありこれらの因子も無視できない。肝障害と Tf が密接な関係のあることを考え合わせ、放射線の肝障害に続発する β -glob の上昇と考えたい。

γ -glob の変動については、照射直後、1 日後の減少には有意の傾向が認められたが、3 日目以降の変動には有意の変化がみられなかった。円尾⁶⁾も照射直後の減少を認めるもののそれ以降の変動については、はっきりした傾向を認めなかったと報告している。Winkler⁸⁾は、照射線量による A/G 比の検討より線量が大きくなるに従って A/G 比は減少すると報告している。諸家における γ -glob 分画の変動は照射線量により様々であり、吉野¹⁾は 400R で増加、1,000R で減少を認めており、菱田⁵⁾は、照射部位により異なり肝臓部照射では増加し、全身照射では、軽度減少したと報告している。土屋⁴⁾らは、 γ -glob は、alb と逆の関係で変動したと報告しているが、著者の実験でもほぼ同様の結果を示し、統計学的にも負の相関を認めた。しかし、照射 1 日後において、alb が減少しているにもかかわらず γ -glob も減少しており、その変動には放射線の肝実質障害によるものの他に抗体産生抑制が関係しているものと思われた。Craddock¹⁰⁾は、250R の X 線照射により 8 時間後に抗体産生が抑制されたとしており、Jacobson¹¹⁾及び Stevens¹²⁾もそれぞれ 800R、500R 全身照射において抑制されたとしている。一方、野村¹³⁾は、網内系に影響を及ぼす処置を加えた家兎に免疫した場合増加する γ -glob 分画のうちの大部分は抗体 glob 以外が占めており、この γ -glob は抗体よりも早期に減少し網内系の処置によりその産生が抑制されると報告しており、白髪¹⁴⁾、森本¹³⁾、西下¹⁶⁾等は放射線障害家兎においては網内系機能は低下しており更に微量の連続照射で機能は低下し続けることを観察している。

本実験における照射直後および 1 日後における γ -glob 分画の減少を更に詳しく検討するために免疫電気泳動及びゲル内拡散法を行った。免疫電気泳動においては γ -glob 分画の減少の著しい例において IgG 沈降線がやや細く不鮮明化していると思われた。より定

量的に検討するためにゲル内拡散法を行ったがその結果、60%の家兎にIgGの約10~20%の減少を認めた。勿論、他の γ -glob分画中の蛋白の変動も無視できないものの照射直後から1日後における γ -glob分画の減少にはIgGの減少が強く関与しているものと思われた。

結 語

家兎に800R全身一時照射して血清蛋白分画の変動を検討して下記の結果を得た。

- (1) albは照射直後に有意に増加し、照射1日後以降7日目まで有意に減少し、 α_1 、 α_2 、 β 、 γ -globのいずれとも統計学的に有意の相関を認めた。
- (2) α_2 -globは、照射直後で有意に減少していた。
- (3) α_2 -globは、照射直後で有意に減少し、1日後以降で有意に増加していた。
- (4) β -globは、照射1日後以降で増加していた。
- (5) γ -globは、照射直後、1日後において有意に減少しており、免疫電気泳動法、ゲル内拡散法によりその減少にはIgGが強く関与しているものと思われた。

本論文の要旨は、第40回、41回、42回日本医学放射線学会において発表した。

稿を終えるにあたり終始教示と校閲を頂いた恩師土屋 豊教授に深甚なる謝意を表わすと共に御援助を戴いた教室員各位に厚く感謝いたします。

文 献

- 1) 吉野純男：日医放会誌，**20**：1330, 1960.
- 2) 柴田良治：日医放会誌，**19**：2517, 1960.
- 3) 新井慎治：日医放会誌，**20**：949, 1960.
- 4) 土屋 豊他：日医放会誌，**17**：558, 1957.
- 5) 菱田一吉：日医放会誌，**13**：230, 1953.
- 6) 円尾邦信：生物物理化学，**20**：263, 1976.
- 7) 河合 忠：Medicina，**12**：998, 1975.
- 8) Winkler, C. et al.：Klin. Wschr., **33**：1011, 1955.
- 9) 土屋 豊他：生物物理化学，**11**：59, 1965.
- 10) Craddock, C.G. et al.：J. Immunol., **60**：241, 1948.
- 11) Jacobson, L.O. et al.：Proc. Soc. Exp. Med, **75**：745, 1950.
- 12) Stevens, M. et al.：Amer. J. physiol., **175**：141, 1953.
- 13) 野村克己他：日伝染病会誌，**29**：305, 1955.
- 14) 白髪克也：日医放会誌，**16**：1054, 1957.
- 15) 森本義樹：日医放会誌，**18**：861, 1958.
- 16) 西下創一：日医放会誌，**18**：1178, 1193, 1958.