

P³² 静脈内注射後の血液成分中における 放射能の時間的推移について

西山久吉・小川清彦

Changes in the Radioactivities of Some Components of Blood in the Cock after Intravenous Injection of P³²

Hisayoshi NISHIYAMA and Kiyohiko OGAWA

(Laboratory of Zootechnical Science)

緒 言

西山¹⁾ は組織学的並びに生理学的見地より、雄鶏の副生殖器官液すなわち透明液 *transparent fluid* はリンパ性の液であろうと推論したが、更に P³² を用いてこの液が血液に起源するものであることを明らかにした²⁾³⁾。このように透明液は血液起源のものでありながら、P³² 静注後の放射能を血漿のそれと比較したときには完全には一致しない結果を得た³⁾。すなわち透明液の放射能は注射直後においては血漿よりも高く、注射 12 時間以後は低い値を示した。この原因を追究する手段として P³² 静注後の血液各成分中の放射能の時間的推移を知る必要が生じたので本実験を行った。

実験材料及び方法

1. 供試鶏；鹿児島大学農学部において飼育中の単冠白色レグホーン種成鶏 2 羽 (No. 360, 362) を用いた。

2. RI 投与方法；P³² を生理的食塩水で稀釈し、物理的減衰を補正して 700 μ c 相当量すなわち 1.4 ml を左翼下静脈内に 1 回注射した。

3. 供試血液の採取；静注後 2～3 分 (以後注射直後と記載する)、1 時間、3 時間、12 時間に、又 1 日以後 6 日までは 1 日間隔で、原則的に右翼下静脈より 3.5～4ml の血液を採取した。ただし実験後半において右側静脈より採血困難となつた場合は左側静脈より採血した。採取した血液はあらかじめ適当量の二重修酸塩液を入れて乾燥した試験管に移し凝固を防止した後、次の供試材料の調製に供した。

4. 血液各成分の調製；

1. 血液；0.5ml をマイクロピペットで採取し放射能の測定に供した。なお別に 0.5ml をヘマトクリット管に採り、4000 r.p.m. で 20 分間遠沈し。ヘマトクリット値を測定した。

2. 血球及び血漿；残余の 2.5～3ml の血液を 4000 r.p.m. で 20 分間遠沈して血漿と血球に分離した。血漿は 0.5ml を測定に供し、残余は次の血漿上透液及び血漿蛋白調製の材料として用いた。血球は生理的食塩水で遠沈により洗滌したのち 0.5ml を採つて測定した。

3. 血漿上澄液及び血漿蛋白；血漿 1ml を Schneider の磷酸分劃定量法によつて酸溶性磷酸

分割部を他の分割部（核酸磷分割部，脂質磷酸分割部を含む粗血漿蛋白部）とに分離しその各々を測定した。簡明のため前者を血漿上澄液，後者を血漿蛋白と略称する。

5. 放射能測定法；上記，血液，血球，血漿上澄液及び血漿蛋白を各々試料皿（直径 24 mm，高さ 6 mm，ステンレス製）にとり，85°C の恒温器内で乾燥した後貯蔵し，実験終了後全試料の cpm を測定した。放射能の測定には科研 GM 計数装置（100 進法）を用い，試料皿は計数管（マイカ窓の厚さ，2.4mg/cm²）の一段目で測定した。得られた値は物理的減衰を補正し，血液，血球，血漿では cpm/ml で表わした。血漿上澄液及び蛋白は血漿 1ml 中の各々の cpm である。尚ヘマトクリット値をもつて血液 1ml 中の各成分の値を計算し時間的推移を図示した。

実験成績

1) 血液，血球及び血漿の放射能の推移。

時間経過に伴う両鶏の cpm の推移はほとんど同様であつた (Fig. 1)。この内血漿の放射能は投与直後に甚だ高く，血液の約 2 倍の値を示していたが時間の経過と共に急激に減少し，1 時間後には約 1/8 にまで減衰した。その後減衰の程度は緩慢となつたが，なお時間とともに減少しつづけ注射後 6 日には甚だ低い値となつた。

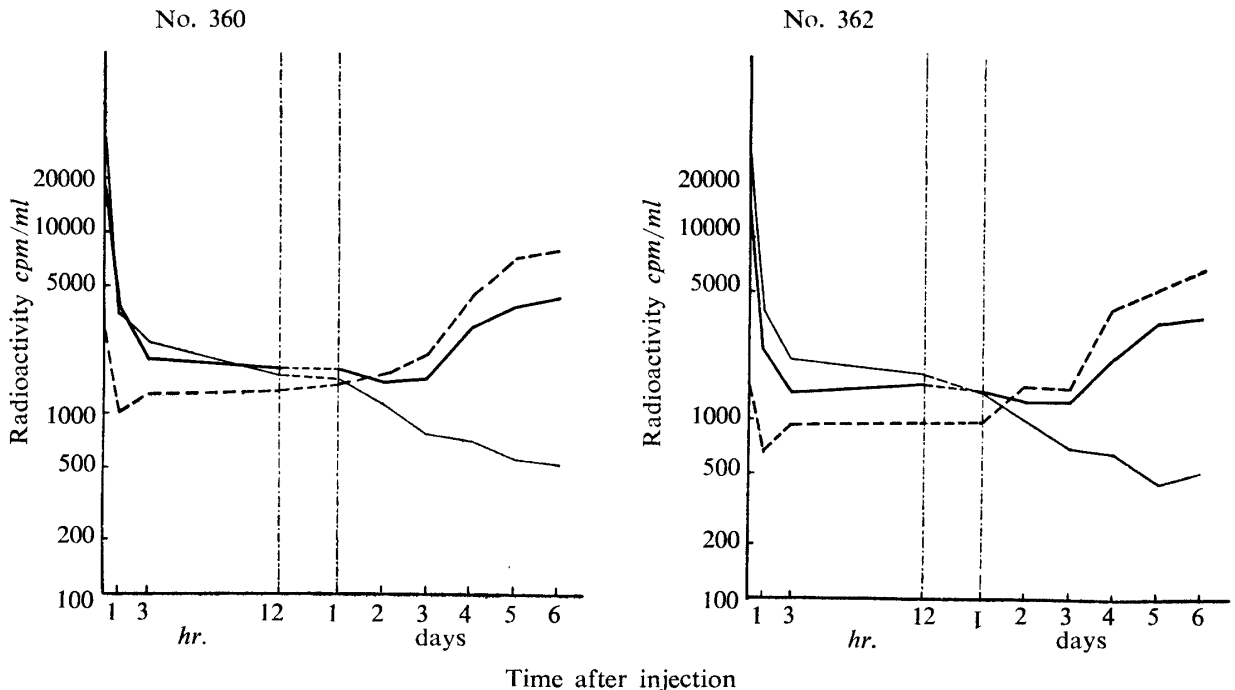


Fig. 1 Logarithmic change in radioactivity of blood, blood plasma and corpuscle with time

— — — — — blood
 - - - - - corpuscle
 ········· plasma

これに対して血球は図に示されるように注射後短時間内に可なり高い放射能を得，注射後 3 日までその値を維持し 4 日以後再び大きく上昇した。

血液の cpm は注射直後に甚だ高く時間と共に急激に減少したが，3 日以後は再び上昇した。

上述の推移および Fig. 2 に示されるように，血漿の放射能は注射後 1 時間以内に高く，時間とともに

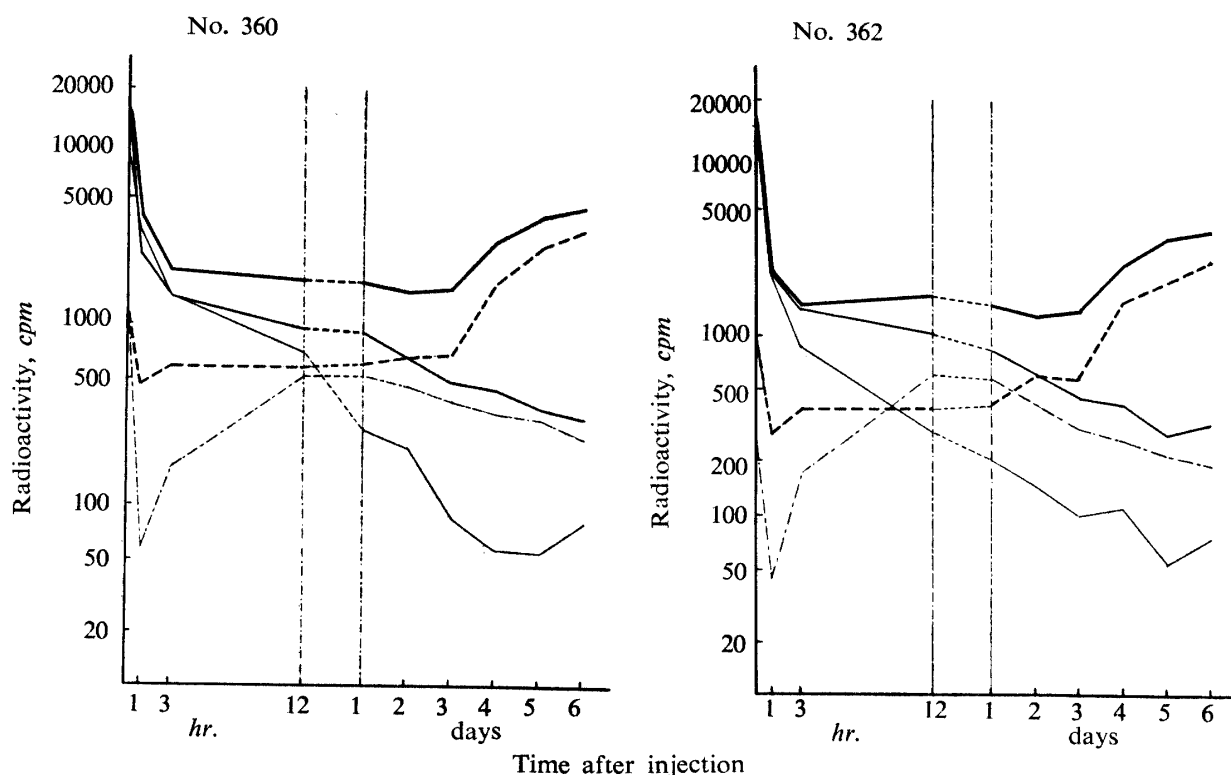


Fig. 2 Logarithmic change in radioactivity of corpuscle, plasma, protein fraction of plasma and supernatant fraction of plasma contained in 1ml of blood as well as blood itself after intravenous injection of 700 μ c of p³².

————— blood - - - - - corpuscle
 - - - - - plasma
 - · - · - protein fraction of plasma
 ······· supernatant fraction of plasma

に低下し、血球は初め比較的低く後上昇するという逆の関係があり、血漿 1ml の放射能を 100 としたときの血球 1ml の比放射能は注射直後の 8%より 6日後の 1400%に増加した (Fig. 3). 従つて注射直後の血液の放射能は主として血漿の放射能によつて表わされ、他方 2日以後の血液は血球の影響を強く受けていた (Fig. 4).

2) 血漿蛋白及び血漿上澄液の放射能の推移.

血液の放射能が血球及び血漿の放射能によつて決定されるように、血漿の放射能も又その構成要素によつて左右されるものと考えられる。血漿を血漿蛋白と血漿上澄液に分けると、その放射能の推移は Fig. 5 の通りであつた。すなわち、上澄液の放射能は注射直後甚だ高い値を示していたが、時間と共に急激に減少し、血

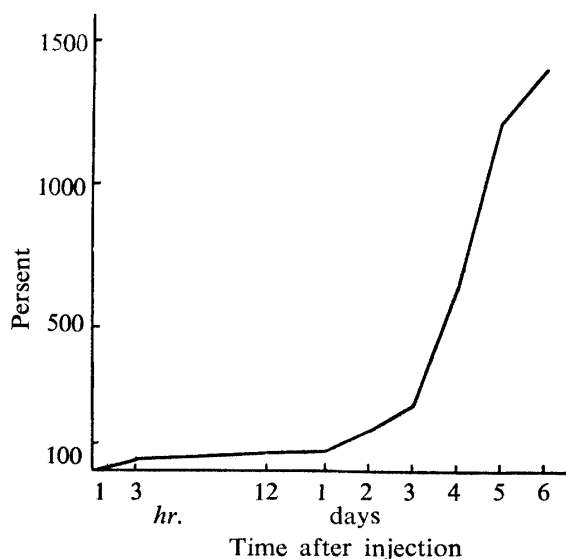


Fig. 3 Distribution of radioactivity between corpuscle and plasma after intravenous injection of P³² ($\frac{\text{cpm in corpuscle}}{\text{cpm in blood plasma}} \times 100\%$)
 Mean value of two experimental birds

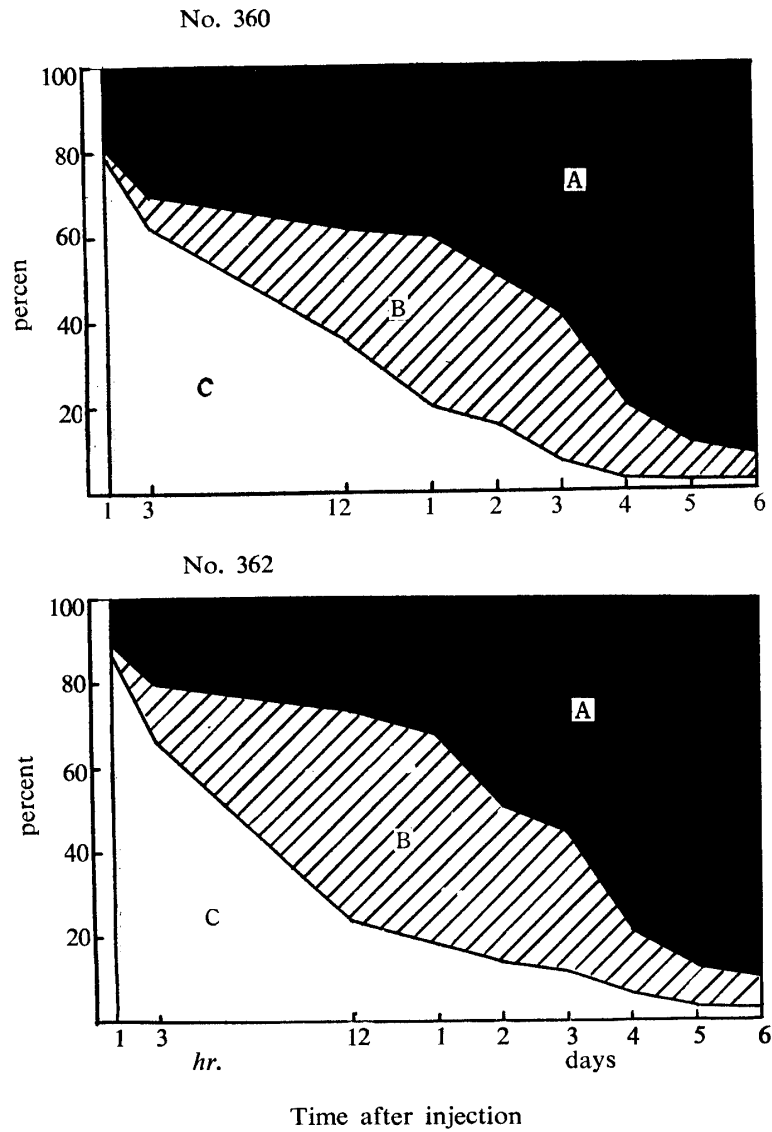


Fig. 4 Distribution of radioactivity in some components of blood after administration of P^{32}
 A; Corpuscle B; Protein fraction of plasma
 C; Supernatant fraction of plasma
 $B + C = \text{plasma}$ $A + B + C = \text{blood (100\%)}$

漿放射能の時間による減衰の主因をなしていた。これに対し血漿蛋白は初めに低い、12 時間ないし 24 時間をピークとして上昇し、上澄液の減衰にもとづく血漿の放射能の減衰をいくぶん支える効果を表わしていた。

この関係は丁度血球と血漿の関係に類似するもので、上澄液を 100 とした血漿蛋白の比放射能は注射直後の 2% より 470% に増加し 6 日後に減少した (Fig. 6)。従つて血漿の放射能は注射直後においてはほとんど上澄液の放射能を示すものであり、12~24 時間以後はかえつて血漿蛋白の影響を強く受けていたと言ふことが出来る (Fig. 4, Fig. 6)。

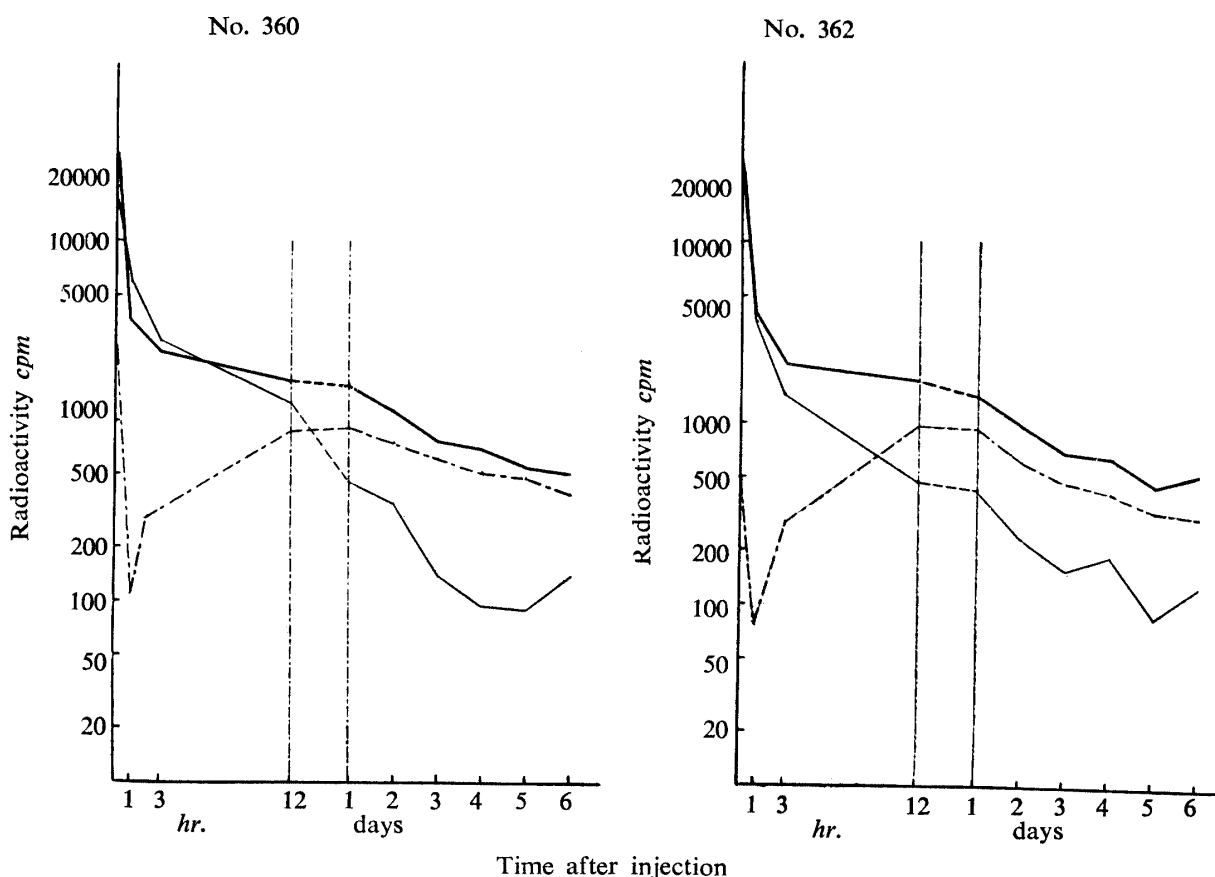


Fig. 5 Logarithmic change in radioactivity of protein and supernatant fraction contained in 1ml of plasma and plasma itself

————— plasma
 - - - - - protein fraction of plasma
 - · - · - supernatant fraction of plasma

3) 測定技術上の誤差.

ヘマトクリット値 (Fig. 7) によつて換算した血液 1ml 中の血球と血漿の cpm の合計値は理論的には血液の測定値と一致するはずであり, 又血漿 1ml 中の血漿上澄液と血漿蛋白の合計値は血漿のそれと一致すべきものである. その関係は Fig. 8, Fig. 9 の通りで, 実測値と合計値の間にはわずかながらずれが認められ, 測定上若干の誤差があつたことを示している. しかし全般的にみて合計値と実測値の間に大差なく, その推移の傾向は全く一致していた.

論 議

本実験の結果のうち, 血液及び血漿の時間的推移は西山²⁾, 松岡等⁴⁾ 及び武田⁵⁾ の報告と同

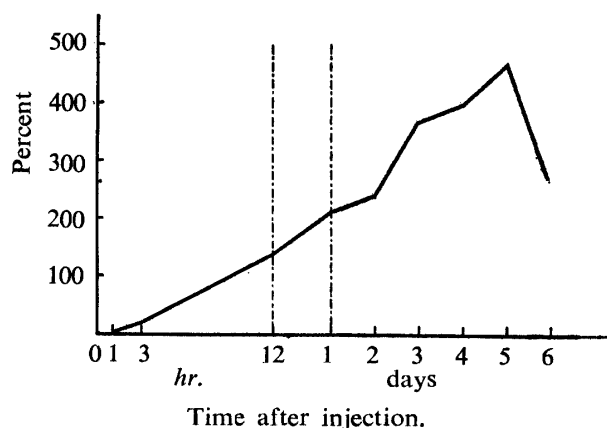


Fig. 6 Distribution of radioactivity between protein fraction and supernatant fraction of plasma ($\frac{\text{cpm in protein fraction}}{\text{cpm in supernatant fraction}} \times 100\%$)
Mean value of two experimental birds

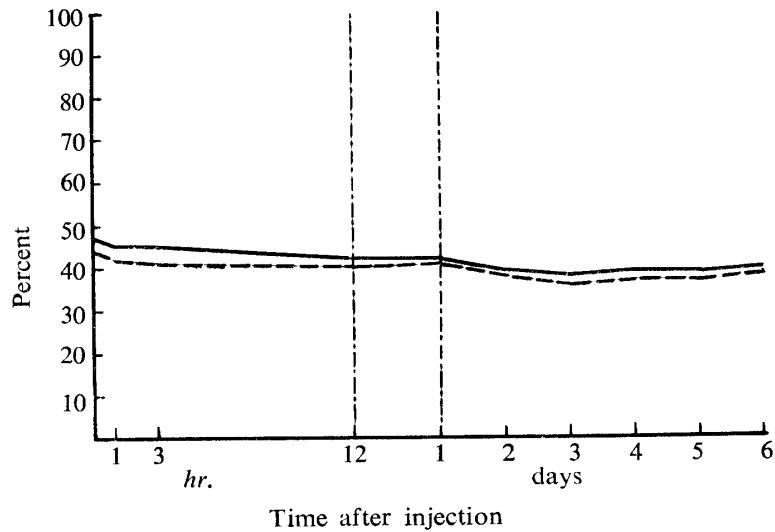
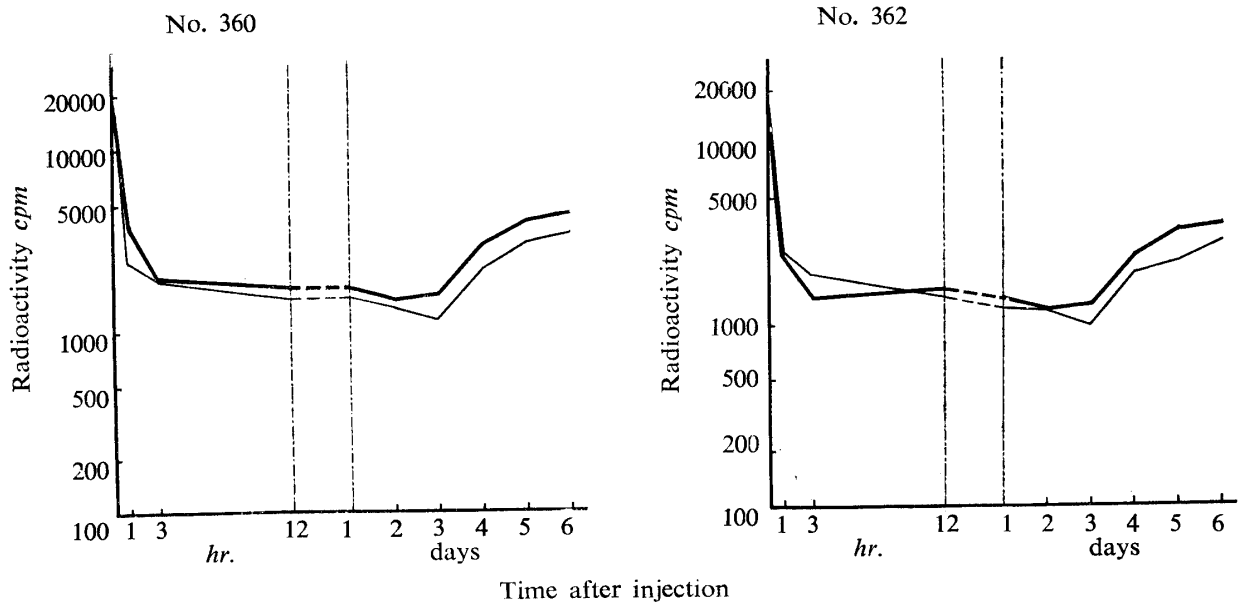
Fig. 7 Hematocrit after intravenous injection of P^{32} 

Fig. 8 Difference between the activities of actual and calculated blood.

——— Actual blood ... Activity (cpm) in 1 ml of blood
 - - - - - Calculated blood ... The sum of the activities (cpm) of both
 corpuscle and plasma contained in 1 ml of blood

様であり、その変化の原因についても三者は同様の推論を下している。本研究においては更に血球、血漿上澄液及び血漿蛋白の推移が明らかとなつたので、これ等の結果を総合して、RI, P^{32} 静注後における血液放射能の推移を論議すれば次の通りである。

Fig. 1 及び Fig. 5 より明らかなように注射直後の放射能は血漿特に血漿上澄液で著しく高く、注入された RI は注射直後においては血漿上澄液に含まれるということが出来る。又このとき血液の放射能が血漿のそれよりも低いのは Fig. 3 の結果にみられるように血球の放射能が極めて低いことに起因している。血球及び血漿蛋白の放射能の値は注射直後においてやや高く、1 時間後に減少しているが、この現象も血球及び血漿蛋白自体の放射能の推移を表わすものではなく *technical*

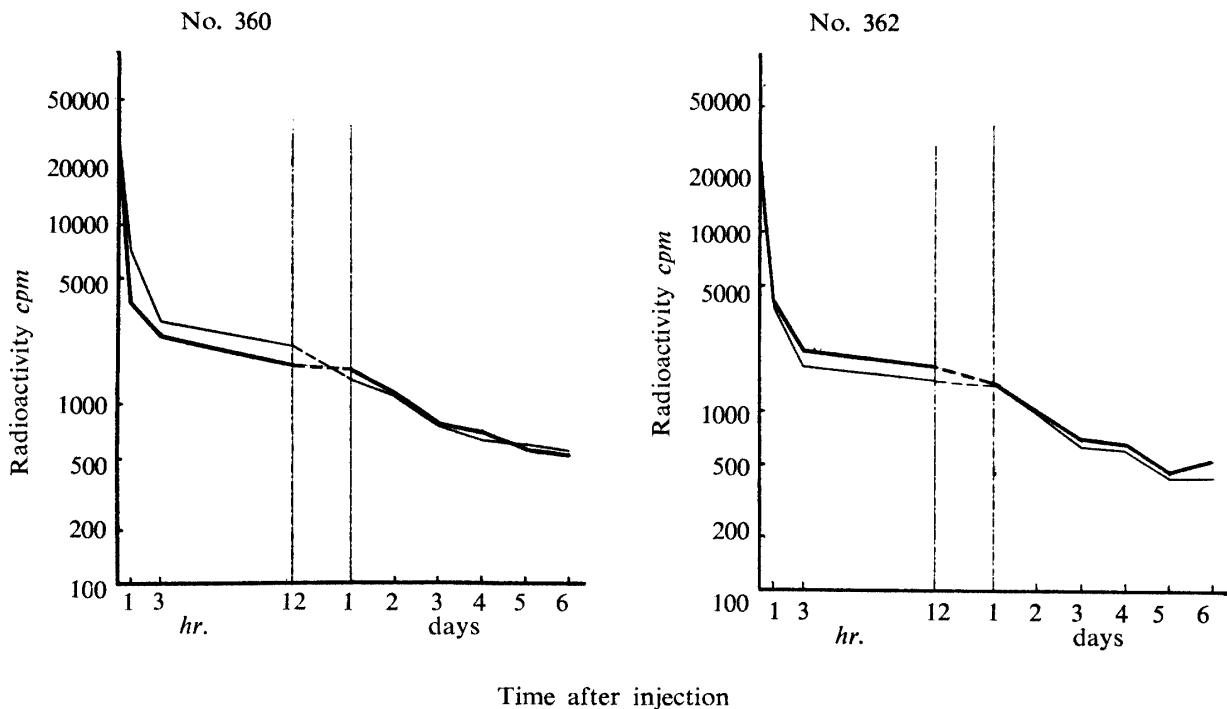


Fig. 9 Difference between the activities of actual and calculated plasma.

————— Actual plasma ... Activity (cpm) in 1 ml of plasma
 - - - - - Calculated plasma ... The sum of the activities (cpm) of both supernatant and protein fraction of plasma contained in 1 ml of plasma

error にもとづくものと推論するのが適切であろう。何となれば、注射直後の血漿及び血漿上澄液の放射能は極めて高く、血球又は血漿蛋白にその僅少量が混入してもそれらの放射能は著しく上昇すると考えられるからである。例を血球にとり、注射直後の血漿の cpm/ml を 40,000 とすれば、採取血球中にわずかに 2% の血漿が含まれた場合でも、混入血漿によつて注射 1 時間後の cpm 値に近い 800 の値を示すこととなるからである。この血漿混入にもとづく誤差は、このように血漿放射能の高い注射直後において著しく、実際の値よりはるかに高い値を表わすことになるが、 $\frac{\text{血球 } cpm}{\text{血漿 } cpm} \times 100$ が 100% (Fig. 3) あるいはそれ以上となる時には混入による誤差は negligible のものとなるから、注射 12 時間以後の値はほとんどその影響を受けていないものと推定される。血漿蛋白に対する血漿上澄液混入の関係も同様であり、その影響も又注射直後より 12 時間の値に限られるであろう (Fig. 6)。

これらの点を考慮し、360 号の資料をもととして P³² 静注後の血液各成分の時間的推移の傾向を示せば Fig. 10 の通りである。すなわち注射された P³² は注射直後においてはもつぱら血漿上澄液に含まれ、その放射能のため血液もはなはだ高い放射能を表わしている。

次いで細胞外液への拡散、各組織への移行などにより、極めて短時間内に血漿上澄液の放射能は急激に減少し、そのため血液の放射能も激減する。その後も上澄液の放射能は更に減少しつつけるが、一面血漿蛋白質への P³² の移行のため血漿放射能の低下は緩慢となり又血球にも上澄液中の P³² がすみやかに移行してかなりの放射能を得るため、血液の放射能は殆んど減退することなく約 3 日間持続する。注射後 4 日目に至れば、恐らく、注射後骨髓中で生産された放射能の高い新生赤血球が血流中に放出されるため^{2) 5) 6)}、血球の放射能は著しく増加し、血液の放射能もそれに伴つ

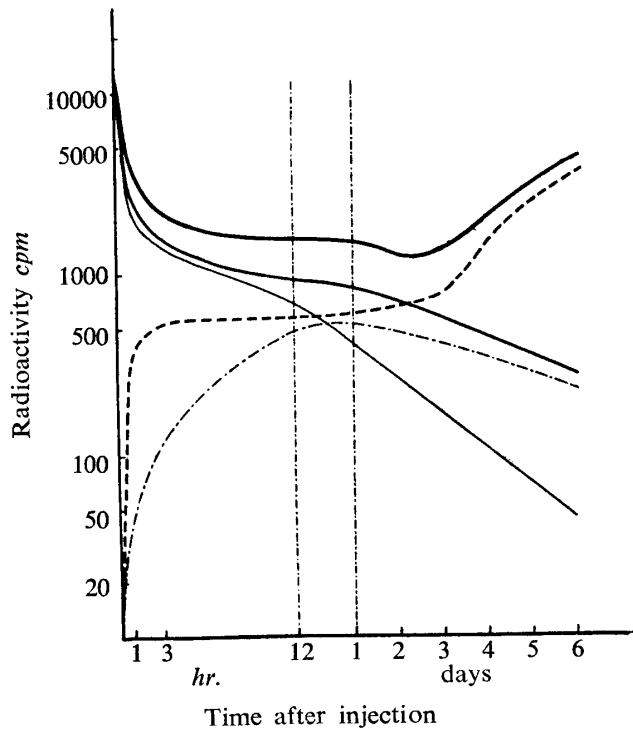


Fig. 10 Estimated logarithmic curves in radioactivities of some components of blood and blood itself after intravenous injection of P^{32}

- ... blood
- - - ... corpuscle
- ... plasma
- - - ... protein fraction of plasma
- supernatant fraction of plasma

のと考えられる。

要 約

単冠白色レグホーン種雄鶏 2羽に $P^{32}700\mu c$ を静注し、注射直後より 6 日間に亘り、血液、血球、血漿、血漿上澄液、血漿蛋白の放射能の推移を追究し、次の結果を得た。

1. 血漿上澄液の放射能は静注直後においてはなほ高い値を示したが、1 時間内に急激に減少し、その後も実験終了時まで減少の一途をたどつた。
2. 血漿蛋白の放射能ははじめに低く、12~24 時間をピークとして上昇し以後極めて緩慢に減少した。
3. 血漿の放射能は上記両放射能の影響を受け、注射直後に高く、血液の約 2 倍の値を示していたが 1 時間以内に急激に減少し、1 日以後は緩慢に減少した。
4. 血球は短時間内に可なり高い放射能を得、注射後 3 日までその値を維持し、4 日より再び大きく上昇した。
5. 血液はこれら構成成分の放射能によつて左右され、注射直後に高く、短時間内で急激に減少して平衡に達し、4 日以後上昇した。

て増加する。かくして静注後の血液の放射能の推移はその構成成分の放射能の変化にもとづく二次的現象にほかならない。

最後に実験の結果とは直接の関係はないが、本研究の目的である雄鶏の透明液に関する前述(緒論)の問題にふれよう。 P^{32} の静注後の鶏の透明液の放射能は血漿放射能と比較すれば、注射直後において血漿の値よりも高く、注射後少くとも 12 時間を経過すれば反対に低い値を示したが³⁾、本実験の結果よりみれば、その原因を両者の蛋白濃度の差に起因して説明することができよう。何となれば透明液の蛋白濃度はわずかに 0.4 %⁷⁾ で、血漿の 1/10 程度にすぎない。一面、すでに述べたように、注射直後においては血漿上澄液の放射能は血漿蛋白のそれに比べて著しく高く (Fig. 5 及び Fig. 6)、従つて蛋白濃度の極めて低い透明液の放射能は血漿のそれより高く表はれるはずであり、逆に少くとも 12 時間以後においては血漿蛋白の放射能が高くなるので蛋白濃度の高い血漿が透明液より高い値を示したも

文 献

- 1) 西山久吉 : *J. Fac. Agric. Kyūshū Univ.*, **10**, 277 (1955).
- 2) 西山久吉 : 日畜会報, **25**, 102 (1954).
- 3) 西山久吉・藤島 通 : 未発表.
- 4) 松岡理・池田三義・大久保義夫 : 日獣医学誌, **20**, 151 (1958).
- 5) 武田 晃 : 九大農学芸誌, **15**, 391(1955).
- 6) HEVESY, G. : *Radioactive indicators, London*, 480 (1948).
- 7) 西山久吉 : *J. Fac. Agric. Kyūshū Univ.*, **11**, 63 (1957).

Résumé

Isotope P³² was administered intravenously to two cocks in dose of 700 μ c per bird, and radioactivities of their blood, blood plasma, blood cells and protein fraction as well as supernatant fraction of plasma were determined at varying times over a period of six days.

The results obtained are as follows :

1. Maximum radioactivity was observed in the supernatant fraction of plasma at just after injection. The activity of it was decreased severely within an hour after injection and there-after rather low degree of reduction was persisted until the experiment ended.
2. On the contrary, the radioactivity of protein fraction of plasma was considerably low at begining, then increased with lapse of time and reached a peak at 12 to 24 hours after injection. Thereafter the activity reduced very slowly.
3. The radioactivity of blood plasma was influenced with the activities of above two components, hence it was very high or about twice the activity of blood at just after injection and reduced severely within an hour and thereafter it's reduction became slowly.
4. The radioactivity of blood cells increased to fairly high level within an hour and they hold the level for 3 days. On and after 4th day the activity increased again remarkably.
5. The radioactivity of blood was influenced with the activities of it's components mentioned above and high activity at just after injection was followed by severe decrease within an hour and then increase on and after 4th day.