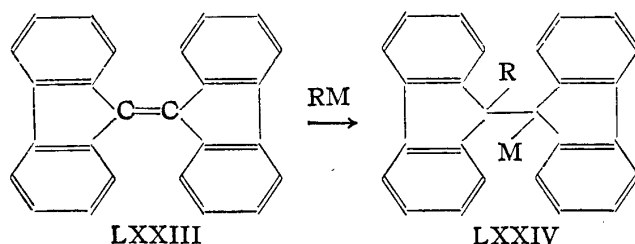


と思はれる反応も知られている。Grignard 試薬の有機ハロゲン化物に対する coupling の如きこの範疇に入るもので、この型の反応は *d*-2,3-dimethoxy butane 中で行つても光学活性体を得られず、既述の如く Grignard 試薬のカルボニル化合物に対する反応は同条件で一程の不斉合成法²⁴⁾であつたのである。第二の例は有機金属化合物の dibiphenyleneethylene (LXXIII) に対する附加反応である。この附加は有機リチウム化合物⁸²⁾によつてだけでなく、非常に活性な Grignard 試薬、例えば benzyl-chloride および *tert*-butyl-chloride Grignard 試薬⁸³⁾でも行い得るのであつて、誘導試薬 (LXXIV)⁸³⁾ が得られるのである。



こゝで収増体 (LXXIII) は奇型アルケン (fluoryl 基間の位置障害は結合の不飽和性を歪める) であるからカルボニル基と全く同じ意味で、この化合物 (LXXIII) を分極しているものまたは分極率をもつものと考えことは難しい。しかも勿論 dibiphenyleneethylene はアミン類あるいは Michael 加添体類に対して、宛も自身が α, β -不飽和ケトンであるが如き挙動を呈するものである。⁸⁴⁾ 従つてこの場合の Grignard 試薬の附加も、これが単純な配位交換としては表現し得ない点を除けば、必ずしも異常な反応ではないのであり、このような見方は故 Dean Whitmore の哲学 “The only abnormality in organic chemistry is so-called normal reaction.” の積義の中に言尽されているものであろう。

石黒伊三雄：ラジオアイソトープの利用について

Isao Ishiguro: The Application of Radioisotope

- | | |
|-----------------------|--------------------|
| 1) 緒言 | (a) 臨床医学に於ける診断への応用 |
| 2) ラジオアイソトープの測定法 | (b) 臨床医学に於ける治療への応用 |
| 3) 危険度測定装置 | 6) ラジオアイソトープと健康管理 |
| 4) ラジオアイソトープの実験医学への利用 | 7) 結語 |
| 5) ラジオアイソトープの臨床医学への利用 | |

1. 緒言

1955年(昭和25年)ラジオアイソトープ(R. I)がアメリカ原子力委員会よりわが国へ輸入されて以来自然科学の各分野に亘つて急速にその研究と利用が進展し、多数の報告が発表されるようになった。特に医学領域における利用度は顕著で、R. I.全需要量の66%前後にも達しているが、この状況はかの顕微鏡の導入にも比較さ

82) K. Ziegler, W. Schäfer: *Ann.* 511, 101(1934).

83) R. C. Fuson, H. D. Porter: *J. Amer. Chem. Soc.* 70, 895(1948).

84) L. A. Pinck, G. E. Hilbert: *J. Amer. Chem. Soc.* 57, 2398(1935); *ibid.* 68, 2014(1946).

れ、トレーサー実験や、診断、治療に画期的な成果を挙げつつある。

次にR Iの利用についてやゝ平易に説明するため初めにR Iの必要な基礎概念を解説する。原子核は **Proton** と **Neutron** の二種の粒子からなり、この両者の質量は略等しく、またその総和を質量数と呼ぶ。こゝで質量数が異つても化学的性質の同じ元素を同位元素という。原子番号の極めて大きい元素では安定性が悪く、自然に崩壊して他の元素に転換する性質がある。このような変換の際には放射線を放出するのでこれらの元素は放射性元素 (**Radioactive element**) と呼ばれる。この放射線は第1表の如く3種類あり、**Rutherford** はこれらを α -

第1表 放射線の種類と透過性

放射線	放射線の特性	吸収(透過力)
α (α -粒子)	α -粒子は陽子2個と中性子2個が固く結合した非常に安定な粒子で、気体中では直進するが次第にエネルギーを失い、停止し、その通過し得る距離は甚だ短い。 電離作用は最も大きく生物学的作用も大きい。	普通の紙2~3枚で吸収される。透過力は組織で0.1mm位、例えば皮膚に照射すれば角質層で殆んど吸収される。
β (β -粒子)	β -粒子は電子でそのエネルギーは不整いである。物質を通るときはその原子や分子を励起したり、あるいはイオン化して次第にエネルギーを失い停止する。	アルミニウム膜で吸収される。透過力は α -粒子より大きく、水或は組織で13mm位
γ (γ -線)	電磁波の一種で一般にX線より波長の短い光である。 γ 線は内部転換または内部吸収する。物質の透過力は α 、 β 線に比してはるかに大きい。	透過力は鉛10cmで初めて0.5%以下。 水では1.5mで1%以下

線、 β -線、 γ -線と名付けた。今日では放射線の個々を問題にするときは“線”の代りに“粒子”という言葉が用いられる。この様に放射線は各粒子により性質が異なるからその生物学的意義にも相違が見られる。しかし放射性元素は化学的には非放射性元素と同じ性質を有しているので、体内では化学物質1分子の構成元素となつて物質代謝に関与するが、この際放射線を出して崩壊する際に種々の程度のエネルギーを生ずる。それ故に化学物質にこの放射性同位元素を含ませて体内の状態や化学物質の分解の状態を観察するのに放射性エネルギーを測定して知ることができる。この様な使い方を「**Labeled**」即ち「荷札をつける」と云い、**Tracer** (追跡子)として用いるとも云う。

よつて放射性同位元素を上手に使用すれば種々の疾患の診断、治療に用いることが出来るが、放射性エネルギーが強い場合には体内の細胞障害が起り、放射能症に罹る。この様に放射性同位元素はその使用方法の如何によつては有害な作用も現われるので使用方法には充分精密な検討を要するが、これについては次の諸点を考慮してR Iを撰ばねばならない。

- (1) 放射性同位元素の種類
- (2) α 、 β 、 γ 線の種類
- (3) そのエネルギーの大小
- (4) 崩壊するまでの時間

(この期間の半分を半減期という(第2表))

第 2 表 Radioisotope の種類と半減期について

元 素	原子番号	質量数	半 減 期	β 線 エネルギー (最高値) MeV	γ 線 エネルギー MeV
H	1	3	12.5 年	0.0189	
C	6	14	5740 年	0.154	
Na	11	24	14.9 時	1.39	2.758; 1.380
P	15	32	14.3 日	1.712	
S	16	35	87.1 日	0.167	
Cl	17	36	4.4×10^5 年	0.71	
K	19	42	12.44 時	3.58(75%) 2.04(25%)	1151
Ca	20	45	180 日	0.254	
Mn	25	52	5.8 日	K, 0.58 β^+	0.73, 0.94, 1.46
		54	310 日	K	0.835
Fe	26	55	2.91 年	K	
		59	46.3 日	0.26, 0.42	1.3, 1.1
Co	27	60	5.3 年	0.31	1.17, 1.33
Cu	29	64	12.8 時	0.57 β^- , 0.66 β^+	
As	33	76	26.8 時	0.4, 2.56	1.25, 2.1
		77	40 時	0.7	
Sr	38	89	53 時	1.50	
		90	25 年	0.537	
Mo	42	99	68.3 時	0.5	0.181
I	53	130	12.6 時	0.61, 1.03	0.42, 0.54, 0.67, 0.74
		131	8 日	0.32(15%) 0.61(85%)	0.638, 0.364 0.264, 0.080
Ba	56	131	1.2 日	K	0.26
		140	12.8 日	1.02(60%) 0.48(40%)	0.54, 0.306, 0.16
Au	79	198	2.69 日	0.97	0.411
		199	3.3 日	0.32	0.024, 0.051

(5) 生体元素としての Turnover rate の大なるもの

実際に医学的にも実験的にも放射性同位元素を用いる場合にはエネルギーの大きなものでも半減期の短いものであれば放射能障害は少く、反対にエネルギーは少くとも半減期が何年間にも亘るものを体内に投与すれば障害が起る。

以上に述べた様に放射性同位元素の特殊性を利用することによつて医学上のみならず生物学、農学、薬学、工学、理學上に各種の新しい研究成果が挙げられている。

2. ラジオアイソトープの測定法

RI を各方面に利用する際にそれを如何にして測定するかという問題がある。これには放出される放射線の強さを測定すればよいが、今日放射線の測定には多くの測定装置が応用されるようになった。

放射線の測定はすべて荷電粒子の生ずる電離作用、あるいは励起作用を利用するのであつて、測定方法を次の如く分類することができる。

最も簡単で装置もいらぬのは Radioautograph 法であるが、実験室では G-M 計数管、Scintillation Counter がよく利用され現在では Scintillation Counter が利用効率が低い傾向にある。

第3表 測定装置の種類

測定方法	測定装置
(1) 直接の電離作用	検電器 (electroscope) 電離函 (Ionization chamber) 比例計数管 (Proportional counter) G. M 計数管 (geiger-müller counter)
(2) 写真乳剤の感光作用	Radioautograph Radioautochromatograph
(3) 螢光作用	Scintillation counter
(4) 霧の発生	ウイルソン霧函 (Wilson cloud chamber)
(5) 其の他	Crystal counter Cerenkov counter

3. 危険度測定装置

危険防止のため放射線の仕事に従事する人が身体に受ける放射線の量を知り、あるいは空気中の放射性汚染の有無を調べる装置としては Pocket chamber, Condenser chamber, Pocket-dosimeter electroscope, Film-badge, Ion chamber suvery meter, Counting-rate meter 等があり常に放射能の有無を検査することが出来る。

4. ラジオアイソトープの¹⁾実験医学への応用

古くから臨床医学にX線やラジウムが放射線治療に利用されているが、R I の発見以来医学、生物学においてもこれを利用した新しい研究が相ついで現われるようになってきた。先に述べたようにR I の特性から医学上で主に Tracer として直接人体に、または間接に実験動物を通じて物質代謝の研究に、あるいは放射線治療用に照射する方法が考案されている。顕微鏡の発見は病理学を発達させたが、R I の利用は病態を化学的に解析する最も効果的な手段として実験医学上主に栄養学、生化学の発展に貢献するところは極めて大である。

即ち栄養学においては栄養素の栄養価値はそれが体内に入ってから如何なる経路を経て生活機能に關与するかが目的であるが、従来の方法ではこれを十分に把握することが困難とされていた。そのもつとも大きな研究上の支障は体内で栄養素の生化学的变化を動的に観察することの困難さにあつた。所がこれらの物質の原子に極く微量のR I を加えてやれば両者は化学的性質上全く同じ行動を取る上に、R I は放射線を放出するのでこれを探知すれば容易に物質の行方を知り、かつ定量も可能となる。

R I もかようにして放射線により目印をつけられた元素と云うべきで、この操作をラベルすると云い、放射線によりその行方を追跡できるためトレーサー実験と呼んでいる。

医学上ではトレーサーとして人間、あるいは動物に対して正常及び異常過程における色々の元素の吸収、分布、排泄等の研究に利用されている。

勿論一般にTracer に用いる量 (Tracer doses) は Therapy doses よりも極めて少く、生体に無害で何等生

1) 吉川: 栄養と食糧 5, 33 (1952).

理的变化を起さぬことが必要である。また人体と放射線の直接の相互作用に関する問題でなく放射線の一つの手段として利用することは申すまでもない。このような **Tracer** 実験はあらゆる方面に利用され、専門分化しているが、物質代謝に用いられる実例を第5表に総括的にまとめた。

第5表 トレーサー実験の応用

トレーサー実験に活用されるラジオアイソトープ

C^{14} , Na^{24} , P^{32} , S^{35} , Cl^{36} , Ca^{45} , I^{131} , K^{42} , $Fe^{55,56}$, Cu^{64} , Zn^{65}

- (1) 物質の移動および分布
- (2) 稀釈による物質量の測定 (Isotope dilution method).
 - 直接稀釈分析法
 - 逆 " "
 - 二重 " "
 - アイソトープ誘導法
- (3) 代謝プールの大きさの決定
- (4) 代謝経路の決定法
 - (a) 前駆物質の研究
 - (b) 生合成の研究
- (5) 中間代謝産物の証明法
 - (a) アイソトープ捕捉法
 - (b) 代謝産物負荷法
- (6) 代謝回転 (Turnover) の測定
- (7) 酵素反応への利用
- (8) 膜透過性の研究

以上の如く **RI** は物質代謝の研究に広範な領域を持ち、酵素化学の発達と相関連してめざましい発展を遂げている。これら各項を次に説明する。

4. 1) 物質の移動及び分布²⁾

ある元素が生物体内に入つて如何に分布して行くかは同位元素の応用の中最も簡単で最も有効な方法である。生体成分の移動、分布を調べる場合にも、薬剤、毒物のような異物質のそれを調べる場合にも応用できる。例えばヘモグロビンの合成に **Cu** の存在が必要であるが正常犬に微量の Cu^{64} を与えると血漿中に1時間位で最高値になることが **G, M** 計数管で測定される。また溶血性貧血にした犬に Cu^{64} を与えた場合にはヘモグロビン再生の速さと赤血球中に摂取される Cu^{64} とは平行関係にあり正常犬では Cu^{64} の赤血球摂取が少ない。このように微量で栄養上重要な意義を持つ元素の吸収、ならびに利用を観察するには **RI** を使用する以外に方法はなく、この外 P^{32} , Cu^{45} , $Fe^{55,56}$, I^{131} 等が用いられて栄養学的な興味ある研究が報告されている。

4. 2) 稀釈による物質量の測定

従来よりアミノ酸の混合物を分別して化学的に定量することは極めて困難であつたが、この場合に **RI** を用いると比較的簡単に定量できる。即ち既知の比放射能を有する **RI** を非放射性の同一物質に混合してからその比放射能を測ればその場合の稀釈度が判る。この方法を利用して蛋白分解産物中のアミノ酸の定量、核酸中の塩基の定量、副腎皮質ステロイドの分別定量が行われている。

2) Yoshikawa, H., Hahn, P. F., and Bale, W. F.: *J. Exp. Med.* 75, 489(1942).

4. 3)代謝プールの大きさの決定

稀釈法を直接生物体に応用すれば所謂代謝プールの測定ができる。代謝プールというのはアイソトープが用いられるようになってから生まれた名称で、生物が組織構成成分の合成に利用する様なもので、食物または組織の分解に由来する化合物が存在する場を呼んでいる。

例えば Na^{24} を含む食塩水を与え、完全に混合する時間をおいてから血漿を取り出しその中の Na の比放射能を測れば Na の代謝プールの大きさが分る。³⁾

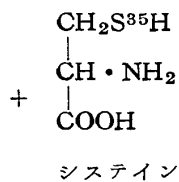
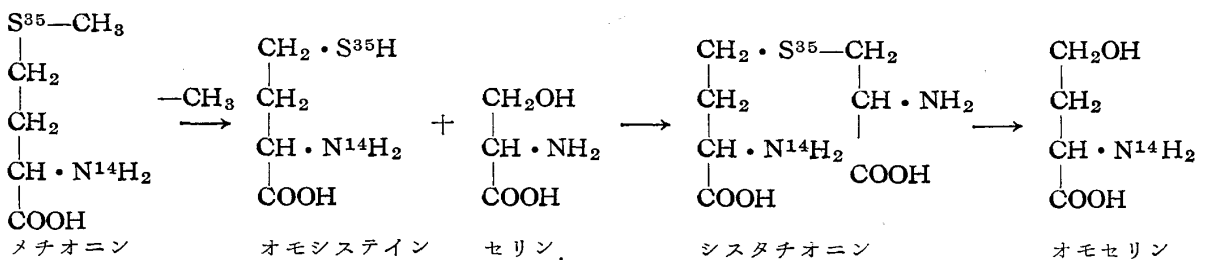
4. 4)代謝経路の決定法

次に生物体に与えた物質が如何なる代謝を行つて終末産物になるかと云う代謝経路の決定はアイソトープをトレーサーとする方法によつて極めて大きな進歩をした。

4. 4.1)前駆物質の研究

体内代謝の研究に於いて代謝過程の解明は先づ前駆物質の検索であるがこれには R I が最も便利である。

例えばシステインの前駆物質がメチオニンであるがこれは直接来るのではなく次のような経路を経て生成される。^{4) 5)}



4. 4.2)生合成の研究

体内成分が如何なる物質から生成されるかの研究は従来より行われていたが、これに関する成果は R I が用いられるようになってから大いに向上するようになった。

その典型的な例としては Buchanan^{6) 7)} のプリン核生合成の研究, Shemin⁸⁾ のポルフィリ核の合成研究, Rittenberg, Block, Gurin^{9) 10) 11)} のステロイド核の合成がある。

3) Greenberg, D. M, Campbell, W. W, Murayama, M: *J. Biol. Chem.* **136**, 356(1940).

4) Stetten, D. jr: *J. Biol. Chem.* **144**, 501(1942).

5) Du Vigneaud, et al: *J. Biol. Chem.* **155**, 645(1944).

6) Sonne, J. C, Buchanan, J. M, Delluva, A. M: *J. Biol. Chem.* **173**, 69, 81(1948).

7) Schulman, M. P, Sonne, C. J, Buchanan, J. M :*J. Biol. Chem.* **196**, 499(1952).

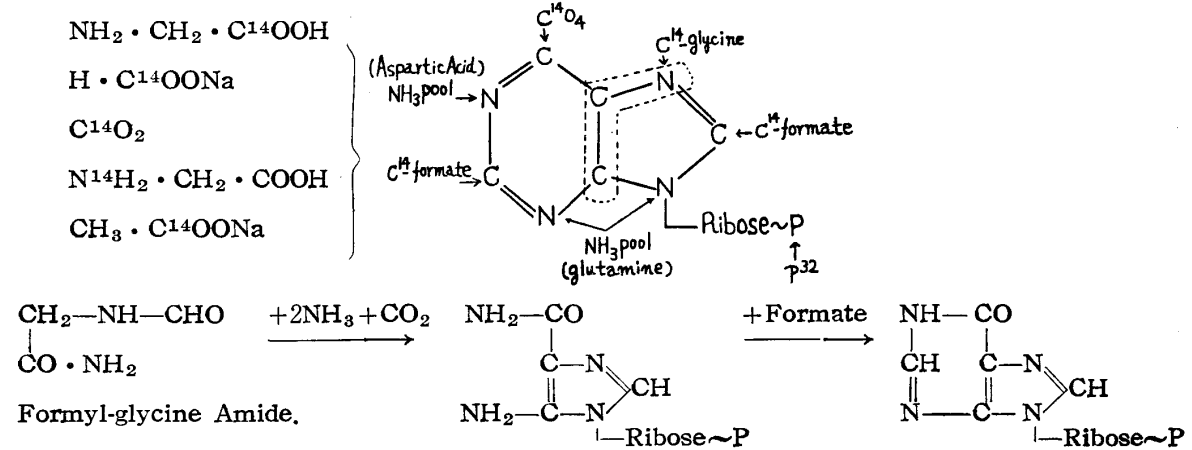
8) Shemin, D, Kumin, S: *J. Biol. Chem.* **198**, 827(1952).

9) Rittenberg, D, Schoenheimer, R: *J. Biol. Chem.* **121**, 235(1937).

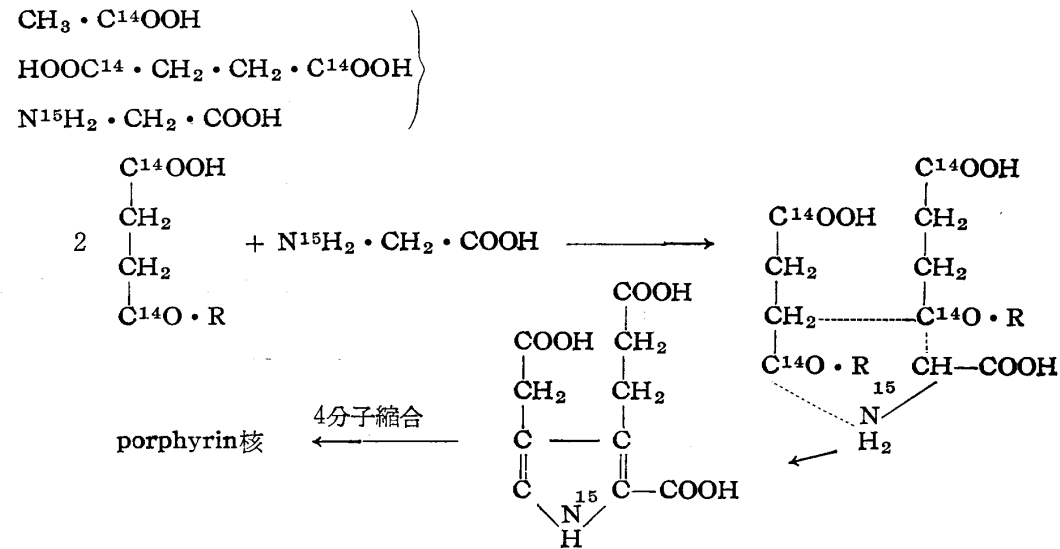
10) Bloch, K: *Physiol Rev.* **27**, 574(1947).

11) Little, H. M, Bloch, K: *J. Biol. Chem.* **183**, 33(1950).

(i) プリン核の生合成

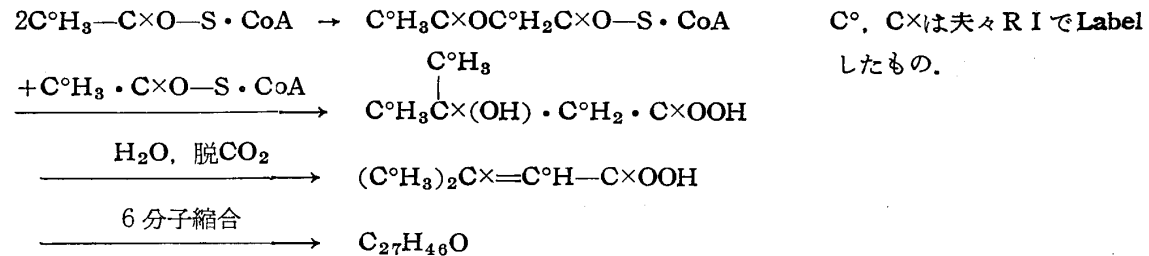


(ii) ピロール核の生合成



8) Shemine らは、アヒルの赤血球を材料としてピロール核が1分子のグリシンと2分子のユバク酸又は酢酸から生合成されることを証明し更にこれが4分子縮合して生ずる porphyrine 核の生合成機構をつきとめた。

(iii) コレステリンの生合成



以上の外多くの体成分の生合成経路が R I を用いて決定された。

4. 5) 中間代謝産物の証明法

4. 5.1) アイソトープ捕捉法 (Isotope trapping technique)

生体内の反応は連鎖して代謝産物が尿中に現われてくるが、いま $\text{A} \rightarrow \text{B} \rightarrow \text{C}$ という反応が行われた場合にこの反応が極めて早いいため中間物の B を実際に証明し得ない場合が少なくない。そのとき先駆物質の A に R I を入れ

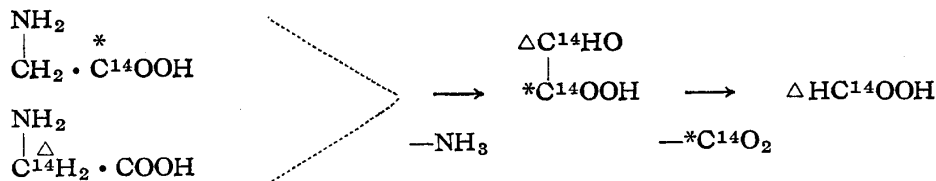
たものを与え、暫く反応させた後Bのアイソトープ量を調べる。このときBに比放射能があればAからBが中間体となつて生成されたことが証明される。

4. 5.2)代謝物質負荷法

A.....→B.....→なる反応が体内で起つた場合に、AがBの先駆物質であることを確かめたいがBが中間体として微量に存在するに過ぎない場合に標識したAを与えてもBを分離し得ないときは、Aと同時に多量のBを与えてその中のアイソトープ量を測定すればよい。

例えば次の表に示す例でも明らかである。

第4表 C¹⁴-glycine から formate¹²⁾の生成



glycine (注射)		formate (尿中)		
C ¹⁴ の位置	比放射能 CPM/μM	量 μM	R · S · A (%)	総放射能 (%)
α 一位	46,100	760	0.30	0.97
COOH	35,000	1,000	0	0

$$\text{R} \cdot \text{S} \cdot \text{A} \text{ は Relative Specific Activity} = \frac{\text{formate の比放射能}}{\text{glycine の比放射能}} \times 100$$

4. 6)代謝回転 (Turnover) の測定

従来は動物体の構成物質はそれ程早く分解することはない、食物は主としてエネルギーの供給源としての意味をもち、構造の消耗を補充するためには極少量の食物成分が関与するのみだ、と考えられていたがアイソトープを利用した実験から一見安定と思われた身体構成物質は非常な早さで合成分解が行われて、構成元素が活潑に回転 (Turnover) していることが明らかになった。

4. 8)酵素反応への利用

体内では化学的には理解できないような複雑な反応が起きているが、このような酵素反応の生合成機序の解明にもアイソトープが繁用されている。

4. 7)膜透過性の研究

細胞膜の透過性についてはある物質が自由に膜を通過する場合にその動きを認知することは仲々困難である。この場合にアイソトープを用いれば透過速度を決定することができる。例えば赤血球はKを大量に含み、血漿中には少いので従来は細胞膜はKに対して透過性が遅いといわれていたが K⁴² を使うと相当に速いことが明らかになった。

以上述べたように RI はトレーサーとして生細胞の生化学反応を動的に観察することができるが、この場合に

12) Weinhouse, S, Friedmann, B, J. Biol. Chem, 197, 733(1952).

原子の質量，放射線の特性がその元素の化合様式，存在場所によつて全く影響されず，どこまでもこの特性を目印として容易に検出し得るといふ点で多くの問題を解決した。しかしこの場合にアイソトープ効果とか放射線効果のためにアイソトープを用いた実験結果が果して完全に生理的状态をあらわしているかどうか一応検討する必要がある。

5. ラジオアイソトープの臨床医学への応用

R I の臨床医学における診断，治療への利用については大別して2つの方法に分けることができる。その一つは実験医学で行われるトレーサー実験を基礎とした応用例であり，これは主として診断に用いられ，他の一つは放射線治療に用いられたラジウム，X線の代用としての照射方法による治療への応用である。

5.1) 臨床医学における診断への応用範囲

5.1.1) Tracer 実験を利用した診断

- i) 甲状腺機能の診断 I¹³¹
- ii) 吸収，排泄機能の診断 P³², Na²⁴, I¹³¹, K⁴²
- iii) 貧血の診断 Fe⁵⁹, Cu⁶⁴

5.1.2) 組織選択性を利用した診断

悪性腫瘍の診断

- a) 悪性か良性かの診断 P³²
- b) 悪性腫瘍の位置，拡りの診断
 - 脳腫瘍 P³², I¹³¹
 - 甲状腺癌転移の位置診断 I¹³¹
 - 皮膚癌，表在性リンパ腺転移巣の診断 P³²
 - 骨腫瘍の診断 Ga⁷², Sr⁸⁹

5.1.3) Dilution method を利用した診断

- i) 循環血液量の測定 P³²
- ii) 手術時出血量の測定 P³², Fe⁵⁹, Cr⁵¹

5.1.4) 血液循環速度を測定するような方法 P³², Fe⁵⁹, Cr⁵¹, I¹³¹, Na²⁴

5.2) 臨床医学における治療への応用について

R I を治療に用いるのは放射線を利用した方法で β ， γ 線を利用している。以下にそれを総括する。第6表に治療例を示した。

臨床医学における治療方式

5.2.1) 外部線源よりの照射 [遠隔照射 近接照射

- i) 濾紙等に吸収させたり，容器に入れたり，軟膏薬剤とともに塗抹する方法。直接皮膚表面に密着させて行う照射方法（主として β 線源を利用）

表在性皮膚疾患，血管腫，色素性母斑，薄層の皮膚癌，舌癌，乳嘴腫，眼科領域における腫瘍

- ii) 針，針金，平板，小球等として直接治療組織にあてゝ行う照射方法（ β ， γ 線源を利用）

腔，子宮，膀胱等の腫瘍照射， 上顎腔，鼻咽腔，膀胱の悪性腫瘍， 舌癌，子宮頸部癌，喉頭癌

- iii) 大量照射 (主としてγ線治療)
- iv) 不活性ガスとして気管支に注入して気道を照射する方法

5.2.2) 内部照射 (経口的又は注射による方法)

- i) 体内の特定臓器組織に沈着させる方法
 甲状腺機能亢進症, 甲状腺悪性腫瘍, 循環障害,
 造血臓器疾患, 悪性腫瘍, 白血病,
 真性赤血球増多症
- ii) 不溶性コロイド液を直接腫瘍の周囲に浸潤させる方法
 静脈内注射 = 肝腫瘍, 脾腫, 慢性白血病
 腹腔内注射 = 癌性腹膜炎, 肋膜炎

以上の如く R I の臨床医学への利用は各方面の治療, 診断, に利用されているが, 現状からすればこれ等は如何なる方法によれば効果的に治療成績を上げ得るかという技術的な面が研究対象になつている. しかるに R I の生物学的作用の根本問題である細胞に対する作用機点については現在なお不明であつて, 今までの所では次の様に考えられている. 即ち一般には生化学的作用説が有力であり, 細胞に放射線が照射されるとそれに含まれる物質がイオン化または励起状態におかれ, このように活性化された物質が化学反応にあづかるものと考えられている.

第6表 臨床医学における治療法

照射方法		体外照射	体内照射	R. I. 種類, 使用量*, 治療疾患名
遠隔照射	X線, ラジウム 遠隔照射の代用 (γ線利用)	Co ⁶⁰ , Cs ¹³⁷ Eu ¹⁵² , ¹⁵⁴ Ta ¹⁸² , Ir ¹⁹²		Co ⁶⁰ 20~30C (100~500C) 悪性腫瘍(深部治療)
近接照射	i) 濾紙, 容器, 膏薬, ii) 針, 針金 平板小球, iii) 不溶性ガス	γ線利用 Co ⁶⁰ , Cs ¹³⁷ Eu ¹⁵² ¹⁵⁴ Ta ¹⁸² , Ir ¹⁹²	針, 針金等として内部照射にも用いる.	Co ⁶⁰ 容器 10~20mc 腔, 子宮膀胱の腫瘍 Co ⁶⁰ 小球 300mc 上顎腔鼻咽腔の腫瘍 Cs ¹³⁷ 針2~2.16mc 舌癌, 喉頭癌
	β線利用 P ³² , Sr ⁹⁰ -V ⁹⁰ Rb ⁸⁶ , Sr ⁸⁹			Sr ⁹⁰ -V ⁴⁰ 密着50~280mc/cm ² 血管腫皮膚癌 P ³² 密着10~20 μc/cm ² " "
内部照射	不溶性浮遊液 (コロイド状)	Crp ³² O ⁴	Crp ³² O ⁴ V ⁹⁰ Au ^{198,199} Bi ²⁰⁶	Au ^{198,199} =コロイド. 静脈内1日50~150mc 悪性腫瘍, 白血症, ホフキンズ病 Au ¹⁹⁸ =粒子, 4.5-5mc 腫瘍組織 P ³² =コロイド, 静脈内3~4mμ 肝腫瘍, 脾腫, 慢性白血病
	組織選択性を利用した体内投与		I ¹³¹ P ³² Na ²⁴ Ga ⁷² V ⁹⁰⁹¹ Sr ⁸⁹ Mn ⁵² As ⁷⁴	P ³² 0.5~3mc 慢性白血病 3~10mc 真性赤血球増加症 I ¹³¹ 2~10mc 甲状腺機能亢進症 100mc 甲状腺悪性腫瘍 Na ²⁴ β・γ線 循環障害 増血疾患 Ga ⁷² β・γ線 骨腫瘍 Sr ⁸⁹ 骨腫瘍白血病 真性赤血球増多症 Mn ⁵² 淋巴性肉腫

* C=curie, mc=millicurie

生体は多量の水を含んでいるが、これが放射線によりイオン化し、 H^+ 、 OH^- 、という free Radical ができ、また H_2O_2 の如き有害分子が生成されて細胞の機能を障害する。この結果、染色体の破壊、細胞膜の透過性の変化、細胞分裂の抑制、白血球の減少等の生物学的変化が現われる。特に興味あることは Tribondeau-Bergonic の法則に従うが如く細胞分裂が多い組織ほど放射能の感受性が高いことである。このような生物学的作用からして疾病特に悪性腫瘍、白血病の如き細胞分裂のはげしい組織の治療に比較的効果をあげている理由ともなる。

6. ラジオアイソトープと健康管理

以上の如き広範な領域に用いられるようになったが、ここで最も大切なことは無分別に使用することが如何に恐しいものであるか、ということである。例えば Co^{60} 照射により癌はなおるといふ先入観を決して抱いてはいけないことである。使用法を誤れば逆に患者は放射能障害をうけて死を招く結果となる。このようなことからして R I の β 、 γ 線等の放射線が人体にどんな生物学的作用を及ぼすかを理解し、その取扱いに当つては障害をうけないような特別の注意を払わねばならない。いま R I による放射能障害について述べれば主として β 線と γ 線によるものであり次に示すが如き障害の発現をみる。

β 線 皮膚表面に吸収され慢性皮膚炎、皮膚癌

γ 線 i) 白血球の減少とその質的变化

ii) 再生不良性貧血

iii) 脱毛

iv) 潰瘍とそれに伴つて起る癌

v) 生殖不能

vi) 内分泌腺機能の不整

vii) 染色体の変化、突然変異→遺伝との関係

7. 結 語

本総説は医学領域に於ける R I の利用についてその基本的な概略を述べたがこれ等の研究利用は飛躍的な進歩があるので最新の事柄については到底述べることができないことをお断りしておく。何れにしても R I は病態生化学の研究には最も強力な武器であるが治療への応用はその細胞機能との関係を明らかにすることが今後の問題として大きな課題であろう。

尚本論要旨は第 6 回東海薬学大会において講演したもので、この機会を与えられた本学宮道悦男学長、並びに御助言を賜つた名大堀田一雄教授に謹謝する。

本論文作成のため次の著書および文献を参照した。

アイソトープ研究利用総覧 (1956) 日本原子力産業会議

化学の領域委員会編：アイソトープ実験技術第 I, II, III 集 (南江堂) (1956)

湯浅：放射性同位元素とその生物医学への応用 (培風館) (1951)

吉川、江藤、寛：ラジオアイソトープの医学的応用 (東西医学社) (1951)

Sacks, J, Isotopic Tracers in Biochemistry and physiology. (1953).

Wolstenholme, G. E. W, Isotopes in Biochemistry. (1951).

Low-Beer, Clinical Use of Radioactive Isotopes. (1950).