



Title	放射線の作用機構に関する基礎研究(イオン交換性合成樹脂のイオン交換反応に及ぼす放射線の影響)
Author(s)	松澤, 秀夫
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1956, 15(10), p. 941-944
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/16250
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

放射線の作用機構に関する基礎研究

(イオン交換性合成樹脂のイオン交換反応に)
及ぼす放射線の影響

群馬大学放射線科(主任 戸部龍夫)

松 澤 秀 夫

(昭和30年8月23日受付)

I 緒 言

イオン交換性合成樹脂は、硬水の軟化、純水の製造、海水の脱塩等に際しては實用上欠くべからざるものであり、又貴金屬の抽出回収、Vitamin B₁, B₂ の分離抽出、アミノ酸のクロマトグラフ的分離等廣範圍に其の用途は廣まつている。一方、其の交換機構及び交換能力に及ぼすpH、濃度、温度、粒度等の影響に関する基礎的研究^{1)~3)}も進められているが、イオン交換反応に及ぼす放射線の効果に就ては未だ報告が見られない様である。著者は、1) X線は電離性を有するからイオン交換反応に當然影響を與える筈であり、2) イオン交換は普通の化學反應と異り、其の反應速度が緩慢(數分~數十日)であるからX線照射の影響を動的に觀察すべく有利な手段であると考え、X線照射を行いつゝ、イオン交換樹脂による食鹽水の脱塩反應を検討した。

II 實驗方法

1) 一般にカチオン交換樹脂は中性鹽分解能力大でカチオン交換速度は大であるが、アニオン交換樹脂は中性鹽分解能力小でアニオン交換速度が小さい。従つて、食鹽水の脱塩を行う場合、兩種イオン交換樹脂を同時に使用するのが普通である。即ち、カチオン交換樹脂が中性鹽を分解しつゝ先ずカチオン交換し、次いでアニオン交換樹脂によるアニオン交換が行われるのである。

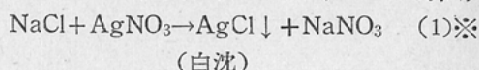
$$R_1-H^+ + NaCl \rightarrow R_1-Na^+ + HCl \text{ (カチオン交換)}$$

$$R_2-OH^- + HCl \rightarrow R_2-Cl^- + H_2O$$

(アニオン交換)

従つて、今回の實驗に於てはカチオン交換體として Amberlite IR-120, アニオン交換體として Amberlite IRA-410を使用した。(何れも Rohm & Haas 社製) IR-120は、酸性ポリスチロール型樹脂で、反應基は $-SO_3^-H^+$ であり、IRA-410は鹽基性、脂肪族アンモニウム鹽型樹脂で、反應基は $=NH^+OH^-$ である。

2) 0.12MのNaCl溶液を作製し、其の20ccを直徑8cmのシャーレに容れ、夫々第1表の條件に従つて實驗を進めた。即ち、照射開始と同時に兩種イオン交換樹脂を投入し、攪拌しつゝ2.5分、5分、15分……と經時的に溶液2ccを取出し、其の中に殘存するCl⁻をN/10・AgNO₃にて滴定してNaClの濃度を求めた。(Mohrの方法)



※(1)の反應の終結は $K_2CrO_4 + 2AgNO_3 \rightarrow Ag_2CrO_4$ (赤褐沈) $\downarrow + 2KNO_3$ の反應開始により決定される。

III 實驗結果

經時的に求めたN/10・AgNO₃消費量、即ち各時刻に殘存せるNaCl濃度を第2表に示す。之を圖示すると第1圖の曲線を得る。第2圖は、照射と非照射の場合の濃度差を各時刻に就きplotせるものである。

1) アニオン交換體IRA-410を2gr投入せるG₁群に於ては、イオン交換は急速に且つ充分進行する。此の様な場合、X線照射の影響を見出すのは困難である。然し、アニオン交換體IRA

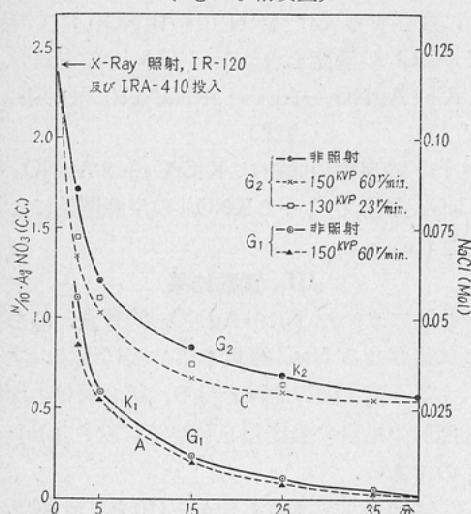
第 1 表 實驗 條 件

實 験 の 區 分	K ₁	A	B	K ₂	C	D
最初の食鹽水の量(cc)	20	20	20	20	20	20
IR-120(gr)	1	1	1	1	1	1
IRA-410(gr)	2	2	2	1	1	1
照 射 條 件	/	150KVP 6mA N.F. 60r/min.	130KVP 3mA N.F. 23r/min.	/	150KVP 6mA N.F. 60r/min.	130KVP 3mA N.F. 23r/min.

K₁, A, B.....G₁K₂, C, D.....G₂第 2 表 NaCl 溶液 2 ccに對する N/10 AgNO₃ の滴定量(cc)

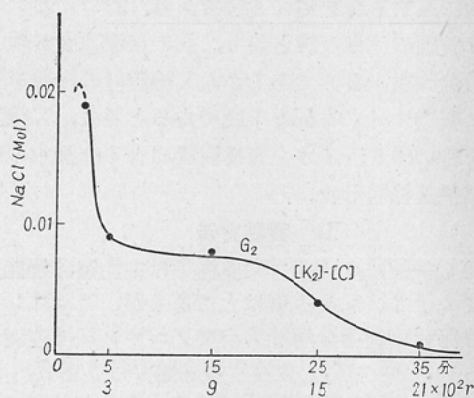
分	0	2.5	5.0	15	25	35	24時
實驗の區別							
K ₁	2.40 0.12	1.12 0.056	0.59 0.0295	0.23 0.0115	0.12 0.006	0.05 0.0025	0.04 0.002
A	2.40 0.12	0.86 0.043	0.56 0.028	0.21 0.0105	0.09 0.005	0.05 0.0025	0.05 0.0025
B	2.40 0.12	0.98 0.049	0.57 0.029	0.22 0.011	0.09 0.005	0.06 0.003	0.04 0.002
K ₂	2.41 0.121	1.73 0.087	1.21 0.061	0.84 0.042	0.68 0.034	0.56 0.028	0.57 0.029
C	2.41 0.121	1.35 0.068	1.03 0.052	0.68 0.034	0.60 0.030	0.55 0.027	0.55 0.027
D	2.41 0.121	1.45 0.073	1.12 0.056	0.75 0.037	0.63 0.031	0.56 0.028	0.56 0.028

下段は各時刻に於ける NaCl 溶液の Mol 濃度値である

第 1 圖 各時刻に於ける NaCl 殘存濃度
(AgNO₃ 消費量)

—410を1gr 投入せる G₂ 群は、G₁ 群に比しイオン交換反應が緩慢且つ不充分である。此の場合

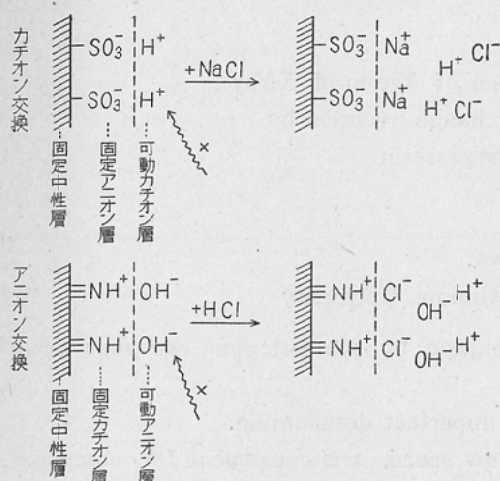
第 2 圖 各時刻に於ける照射非照射の濃度差



にはX線照射の影響は著明に現れ、一時的に反應を促進する。

2) 第 2 圖に示す如く、照射と非照射の濃度差は、最初の 0~5 分間に於ては 2 分附近を極大として其の前後で急激な増加及び減少を示し、5~20 分間は略と一定の差を保ちつゝ、25 分以後次第

第3圖 イオン交換の模型



に0に近づく。

3) 第2表に示す如く、実験開始後24時間目のNaCl濃度は35分目の夫と略と同一である。(但しX線照射は実験開始後40分で停止する。)即ち40分以後に於ては、イオン交換反応は照射の有無に関係なく同一平衡値に達する。

IV 考 按

1) イオン交換樹脂の反応基は、樹脂と溶液の界面に於ける電氣的複層である。(第3圖)扱、反応の初期、即ち Amberlite が新鮮で界面に SO_3^-H^+ , $\equiv\text{NH}^+\text{OH}^-$ が多数存在する時にはX線照射に依りイオン交換が特に促進されるから、之等複層はX線の影響を受け易いと考えられる。然し、イオン交換が進み SO_3^-Na^+ , $\equiv\text{NH}^+\text{Cl}^-$ が増加すると共に、照射と非照射のNaCl濃度差は減少するから、之等鹽を形成せるものには最早やX線の影響は及ばないと考えられる。

2) X線が樹脂のイオン交換能に對し最終的には何等影響を与えない事は、実験結果1)より明である。即ち2000r程度のX線照射で、は、イオン交換樹脂の化學構造は變化しない。扱 Barron等⁵⁾は1~6萬r照射後の血清アルブミンに就きアニオン(Orange I)吸着の減少を測定し、之はアニオン結合基⁶⁾($\equiv\text{NH}^+$)がX線の脱アミノ作用を受けて蛋白質本體より切斷されるからであ

ると説明している。然し本実験の場合、Amberlite I R— 410のアニオン吸着能は最終的にはX線による變化蒙らないから、樹脂の $\equiv\text{NH}^+$ 基はX線に對し安定であると云える。従つて考按1)とも併せ考え、イオン交換が反應初期に促進される原因を、X線照射に依る可動イオン層(H^+ 及び OH^-)の變動に歸する事が出来る。

3) 放射線化學作用の研究に當り、著明な變化を得る爲には一般に數千~數十萬rの大量照射を必要とする。然しイオン交換樹脂とNaClの反應は、X線照射の有無に関係なく夫自身時間と共に進行している。此の様な場合には、生物の照射に似て比較的小線量でX線の効果が現れると考えられる。而も反應速度が比較的遅い程變化は測定し易い。

4) 一般に放射線的作用を研究する場合、照射終了後の變化を測定して作用機構を論ずるのが普通である。斯様な觀點より本實驗を論ずるならば、X線はイオン交換反應に影響を及ぼさないと云える。然し夫は樹脂の化學構造に最終的變化を与えない事を意味するのみである。

V 結 論

イオン交換性合成樹脂 Amberlite I R— 120, I R A— 410によるNaCl溶液の脱鹽反應に就きX線照射の影響を検討して以上の結果を得た。即ち、自ら進行しつつあるイオン交換反應に對しては、樹脂の化學構造に變化を与えない程度の小線量照射でもX線による反應促進効果が現れ、而も緩慢且つ不十分な反應に對し其の作用は一層著明である。従つて、動的な現象に對する放射線的作用機構をin vitroに於て検討するに當り、此の様な反應は有用な手段であろうと思われる。

(本文の要旨は昭和28.10の日醫放學會關東部會に於て發表した)。

文 獻

- 1) E.I. Akeroyd, G. Broughton: J. Phys. Chem. 42, (1938), 343. — 2) 小平, 清水: 「イオン交換樹脂」學術圖書出版社, (昭和27.8). — 3) S. S. Bhatnagar, A.N. Kapur: Chem. Abst. 31, 3759, 4598, (1937); 33, 8077, (1939); 35, 1288, (1941); 41, (1947). — 4) 小平, 清水: 高分子化學 4, 135, (1947). — 5) E. S. Guzman Barron, John

Ambrose: Radiation Research 2, 145, (1955).

Soc. 71, 1597, (1949).

—6) I.M. Klotz, J.M. Urquhart: J. Am. Chem.

Fundamental Studies on Mechanism of Action of X-ray
Effects of X-ray upon ion exchange reaction by
synthetic ion exchange resin

By

H. Matsuzawa.

Department of Radiology, Gunma University

Effects of X-ray upon desalination of NaCl solution by synthetic ion exchange resin were investigated, with the following results:

1. X-ray temporarily acts accelerative upon imperfect desalination.
 2. Since ion exchange reaction proceeds at low speed, it is convenient for observing kinematically the action of X-ray in vitro.
-