

地球ノ年齢

理一四 { 山田 小林
櫛山 木村

1. 緒 言

Kant-Laplaceノ星雲説ニヨレバ我ガ地球ハ其ノ始メハ高温ナル瓦斯體デアツタガ漸次冷却シテ陸界、水界、氣界ノ區別ガ出来タ。茲ニ地球ノ年齢ト云フノハ此ノ以後今日マデザツト何年位ニナルカト云フコトヲ素ヨリ瓦斯體ナリシ昔カラノ事ヲ云フノデハナイ、換言スレバ地殻ガ構成サレテカラ何年位立ツタカト云フコトヲ謂ベルノデアルケレドモ斯カル研究ハ最近ノモノデ今尙研究中ノモノデアルカラ、材料ナドモ不充分デ、從テ其ノ結果ハ勿論正確ナルモノト云ヘナイ、只大略ノ見積ト云フニ過ギヌ。

地球ノ年齢ハ種々ナル方面カラ測定スルコトガ出来ル。例ヘテ見レバ茲ニ人ガ一人居ルトスル、其人ノ年齢ヲ測定スルニハ顔面ヲ見テ判断スル人モアラウ、頭髮ヲ見テ判断スル人モアラウ。又言語動作ヲ以テ判断スル人モアラウ。若シ其ノ人ガ若カイケレドモ皺ガアル様ナ場合ニハ實際ノ年齢ヨリ多ク見ラレル事ニナルカモ知レス。又實際老人ダケレド頭髮モ黒ケレバ言語動作

モ若クシイ人デアルト若ク見ラレル様ナ結果ニナルデアラウ。此等ハ皆只一方カラ許リ見テ判断スル、カラ生ズル誤謬デアル。地球ノ年齢ヲ測定スル場合ハ丁度斯カル有様デアルカラ各種ノ方法ニヨリテ得タ結果ハ大方互ニ異ツテ居ル。人間ナラバ生年月日ヲ戸籍ニテ知レバ判断ノ誤ハ容易ニ正ス事ガ出来ルケレドモ地球ニハ戸籍ガ無イカラ仕方ガナイ。

2. 地球ノ冷却ニヨリテ測定スル方法

Kant-Laplaceノ説ニヨルト太陽モ地球モ常ニ冷却シツ、アルモノデアル、因テ其冷却ノ度合カラ地球ノ年齢ヲ測定スル事ガ出来ル、Helmholtzナドハ其ノ先驅ヲナシタ人デアル。Radiumガ出ス熱ヲ假リニ取り除ケバ現今ノ地球全體カラハ年々 2×10^{20} gram degrees 丈ノ熱ヲ放散スル事ニナルノデアル。此方法デ地球ノ年齢ヲ測定シタ最初ノ人ハ有名ナル Lord Kelvin デアルガ其ノ後種々ナル人(就中米人 Newcomb)ノ行ツタ測定ニヨルト地殻ガ構成サレテカラ今日迄ザツト40,000,000年ニナルト云フ事デアル。

3. 岩石ノ厚サニヨリテ測定スル方法

地層ノ厚サニヨリテ測定スル方法デ種々ノ假定ガ必要デアル。例ヘバ水陸分布ノ割合ハ今モ昔モ同ジキコ

ト降雨量モ同ジキコト侵蝕サレル度モ同ジキコト等デア
アル。今假リニ此等ヲ許容スルトシテモ各地質時代ノ
系統全体ノ厚サガ何程ナルカヲ定メルノハ至難ノ業デ
アル。又同時間ノ間ニ沈澱シタモノデモ粗粒ノモノハ
厚クナルシ、細粒ノモノハ薄イカラ只厚サ許デ其沈澱ニ
要シタ時代ヲ定メルノハ六ヶ敷イ。

先ヅ現今地球上ニアル河カラ海ニ運ブ sediments (砂キ
泥ノ如キモノ)ノ量ニツキテ調査シナケレバナラス。此
ニツキテハ左ノ如キ調査ガアル。

河 名	排水量 (毎秒)	沈澱物 (年量)	排水量ト沈澱物ト比 (重量)
Potomac	20,160立方呎	5,557,000噸	1 : 3,575
Mississippi	610,000	406,250,000	1 : 1,500
Rio Grande	1,700	3,830,000	1 : 291
Uruguay	150,000	14,782,000	1 : 10,000
Rhone	65,850	36,000,000	1 : 1,775
Po	62,200	67,000,000	1 : 900
Danube	315,200	108,000,000	1 : 2,880
Nile	113,000	54,000,000	1 : 2,050
Irrawaddy	475,000	291,430,000	1 : 1,610

此ノ表ハ只九ツノ大河ニツキテ調べタモノダケレド
河水ガ sediments ヲ運ブ割合ハ大凡一定シテ居ルラシイ。

種々ノ調査ノ結果 sediments ト水トノ比ハ重量デ 1 : 2,521
デアラシイ。而シテ年々全世界ノ河カラ海ニ運バル
水量ハ Sir John Murray 氏ニヨレバ立 27,191 方方 km デア
ル、即チコレヲ日方ニ直スト約 27×10^{12} 噸デアアル。コレヨ
リ割リ出セバ年々河ヨリ海ニ運バル、sediments ハ約 4.4
立方 km トナル。今 Mississippi 河ニツキテ見ルニ此ノ河ヨ
リ運ビ出ス sediments ガ沈澱スル區域ハ河ノ流域ノ $\frac{1}{18}$ 位
デアアル相ダカラ之ヨリ計算スレバ、100 年ニツキテ約 6.9
cm ノ厚サノ水成岩ガ出来テ行クコトニナル。

地質系統全部ノ厚サノ測定ハ人ニヨリテ異ナルケレ
ド Sollas 氏ハ約 80 km トシタ。此ニヨリテ計算スレバ地
質時代ノ年齢ハ約 80,000,000 年位トナル、勿論此レハ石灰
岩ノ如キモノヲ取り除ケテ計算シタモノデアアル。同ジ
方法ヲ用キテモ人ニヨリテ結果ハ色々アル。或人ハ 20,
000,000 年或人ハ 100,000,000 年ナリト云フ。又 Edward
Martin 氏ノ如キハ 250,000,000 年ト云ツタ。此ノ人ノ考ヘ
ニヨレバ古キ地層ハ其レヨリ後ニ出来タ新シキ地層ノ
重サニヨリテ壓縮セラレ本來ノモノヨリモ必ズ薄クナ
ツテ居ルカラ此レヲ計算ニ入レテ各系統ノ年數ヲ計算
シナケレバナラスト云フ事デアアル。今 Martin 氏ノ調べ
タ地質時代ノ各系統ガ沈澱スルニ要シタ年代ヲ下表ニ
示ス。

系 統	現在ノ厚サ(呎)	壓縮前ノ厚サ(呎)	年 數
Pleistocene	4,000	4,000	2,800,000
Pliocene	5,000	5,000	3,500,000
Miocene	9,000	9,000	6,300,000
Oligocene	12,000	13,000	9,540,000
Eocene	12,000	13,000	9,540,000
Cretaceous	14,000	15,400	10,780,000
Jurassic	8,000	8,800	6,160,000
Triassic	13,000	16,250	11,375,000
Permian	12,000	15,000	10,500,000
Carboniferous	24,000	30,000	21,000,000
Devonian	22,000	33,000	23,100,000
Silurian	15,000	22,000	15,750,000
Ordovician	17,000	25,500	17,850,000
Cambrian	16,000	24,000	16,800,000
Keweenawan	50,000	75,000	52,500,000
Penokeeian	14,000	21,000	14,700,000
Huronian	18,000	18,000	18,900,000

4. 海水中ニ含マル、Naノ量ニヨリテ計算スル方法

コレハ太初ノ海ノ年齢ヲ計算スルモノデ、コレヲ地殻ノ年齢ニ代用スルノデアアル。

第一ニ食鹽ニヨリテ年代ヲ定ムルコトヲ述ベテ見ヤウ。先ヅ海水ノ總量ヲ知ラナケレバナラス。海ノ總面積ハ $36,718 \times 10^4$ 平方 km ニシテ平均ノ深サハ 3,851 m ナルガ故ニ總容積ハ $1,114 \times 10^6$ 立方 km トナル。然シテ海水中ニ含マル、食鹽ノ割合ハ約 35% デアルカラ、コレニヨッ

テ計算スルト全海水中ニ含マル、食鹽ノ總量ハ 508×10^{14} 噸デアアル(コレダケノ食鹽ヲ現今ノ陸地ニ分布スルト厚サ 122 m 即チ 400 尺トナル勘定デアアル。然ルニ一年間ニ河カラ海ニ流レ込ム水量ハ前述ノ如ク約 27,191 立方 km デアル。然シテ河水ノ食鹽ヲ含ム量ハ 0.087% 位デアアルカラコレヲ本トシテ計算スレバ海ノ年齢ハ約 90,000,000 年トナルコレ即チ地殻ノ年齢デアアル。同ジ方法ヲ用キテモ人ニヨツテハ使用スル數字ガ異ル爲メ其ノ結果モ多少異ル或人ハ 160,000,000 年ト見積ツタ。

次ニ海水中ノ Na ヲ以テ計算スル方法ヲ述ベシ。此ノ方法ハ太初ノ海水中ニモ Na ガアツタモノトシテコレヲ取り除キ地殻成生後陸上ノ岩石中ヨリ河水ニ侵蝕サレテ海水中ニ蓄積シタ Na ノ總量ヲ測定シ且ツ全世界ノ河水ニヨリテ一年ニ運搬サレル Na ノ量ヲ知リテ地殻ノ年代ヲ定メヤウト云フノデアアル。前ニ述ベタ如ク Murray 氏ニ依レバ年々全世界ノ河カラ排出サレル總水量ハ 27,191 立方 km デアル、其中ニ含マル、Na ノ總量ハ $15,976 \times 10^4$ 噸デアアル。シカシ此レガ全部皆陸地ノ岩石カラ取出サレタモノデナク一部ハ海水中ノ Na ガ風ノ爲メ陸上ニ運搬サレ直チニ河水中ニ混入シタモノデアアル因テコレ丈ハ除去セネバナラス。一體雨水ハ純粹デアアルベキモノダケレド海岸ニ近イ處デ降ツタ雨水ヲ分析シ

テ見ルト實際食鹽其他ノ鹽化物ガ混入シテ居ル。今此等ノ鹽化物中ノClニツイテ見ルニ英國ノ如キ島國ノ雨水中ニハ100,000分ノ0.1乃至21位ハ通常含有サレテ居ル時ニモツト多量ナコトサヘアル。印度デ海カラ300哩許離レタ處ニ降ツタ雨水中ニハ100,000分ノ0.04デアツタ。海ヲ距ルコト遠キ陸地デハ至ツテ少イガ海邊又ハ島國ナドノ雨水ハ可ナリ多量ニClヲ含有スルモノデアルカラ其處ノ河水ニ比較的少量ノClヲ含ム譯デアル。コノClニ結ビツイテNaモ海カラ陸ヘ陸カラ海ヘト絶エズ循環シテ居ル事ハ明カデアル。而シテ種々ナル計算ニヨルト風ノ爲メニ海カラ陸ヘ運搬セラル、Clノ量ハ可ナリ多量デ河水中ニ1,000,000分ノ0.1丈含有セラル、相デアル。Murray氏ノ計算ニヨルト年々河カラ海ヘ運バル、Clノ量ハ 84.7×10^6 噸デアル。而シテ河水中ニハ100,000分ノ0.3丈Clヲ含有スル相デアル因ツテ河水中ノClノ總量ノ $\frac{1}{3}$ 即チ 28.2×10^6 噸丈ハ實ハ海カラ風ノ爲メニ陸ヘ運バレタモノデ陸地ノ岩石カラ取ツテ來タモノデナイコレ丈ヲ除キ去ツタ殘リノ 56.5×10^6 噸丈ガ年々岩石中ヨリ取出サレルClノ總量デアルコレヲcデ表ハス。

而シテ海水中ニアルClハ皆他ノ元素ト結合スルノデハ無ク其ノ82%丈ハ鹽化物トナツテ居ルケレド殘リノ18%ハ遊離シテ海水中ニ溶ケテ居ル相デアル。因ツテ

上ニ述ベタ河水ニヨリテ海ニ運バルClノ總量ノ $\frac{1}{3}$ ニ相當スルノ量ヲ調べテ見ルト 15×10^6 噸トナルカラ結局 131.5×10^6 噸丈ガ一年間ニ陸地ノ岩石カラ取り出サレ河水ニヨリテ海ヘ運搬セラル、Naノ總量デアル、コレヲnデ表ハス。

今海ノ年齢ヲXトスル。一年間ニ海ニ搬入セラル、Clノ量ハ $c=56.5 \times 10^6$ 噸デアルカラ海ガ出來テカラ今日迄ニ蓄積サレタClノ量ハ cX デ表ハサレル。Dittmar氏ニヨレバ海水中ニアルClノ總量ハ $28,769 \times 10^{12}$ 噸デアル今コレヲCデ表ハセバ陸地ノ侵蝕作用ガ開始サレル以前已ニ海水中ニ存在セルClノ量ハ $C-cX$ デ表ハサレル、即チ此レ丈ノ量ノClガ太初ノ海水中ニアツテ種々ノ鹽化物ヲ造ツテ居ツタノデアル。種々ノ調査ニヨルト海水中ニアルClノ6.7%丈ガNaト化合スルノデアルカラ之レニ因テ太初ノ海水中ニ存在セシNaノ量ハ次ノ式デ示サレル。

$$(C-cX) \times \frac{6.7}{100} \times \frac{23}{35} \text{噸}$$

上式中 $\frac{23}{35}$ ハClヲNaニ直ス常數デアル。上式ヲ簡單ニスルト $(C-cX) \times 0.044$ トナル。今現今海水中ニアルNaノ總量ヲNトスレバ $N-(C-cX) \times 0.044$ 噸丈ノNaガ實際地殼ガ出來テカラ今日マデニ蓄積セラレタモノトナル。因テ求ムル所ノ海ノ年齢即チ地殼ノ年齢ハ次ノ式デ求メ

ラレル。

$$X = \frac{N - (C - cX) \times 0.044}{n}$$

$$= \frac{N - 0.044C}{n - 0.044c}$$

上述ノ如ク、 $N = 1,555 \times 10^{13}$ 噸、 $C = 28,769 \times 10^{12}$ 噸、 $n = 131.5 \times 10^6$ 噸、 $c = 56.5 \times 10^6$ 噸デ皆既知デアルカラ

$$X = 111,000,000 \text{ 年}$$

トナル。

以上述べた處ニヨレバ物理學者ノ主張スル年數ト地質學者ノ主張スル年數トハ一方ハ 40,000,000 年 他方ハ 100,000,000 年或ハ其以上デ非常ナル差違ガ有ツタガ近來 Radium ノ發見サレテカラ此不可思議ナル能力ヲ有スル元素ニヨツテ地殼ノ年齢ヲ測定シタ結果ハ大體ニ於テ地質學者ノ説ニ似タモノト成ツタ。

5, Radium ニヨツテ測定スル方法

1898 年即チ明治三十一年ニ Curie 夫人ガ初メテ Radium ヲ發見シテカラ物質觀ガ變ツタ。是マデ不變ノ物ダト思ハレテ居ツタ元素ガ實ハ崩壊スルモノダト云フ事ガ解ツタ。崩壊スルモノトスレバ元素ニ生命ガナクテナラナイ。無論元素ノ生命ハ吾々ノ如キ生物ノ生命トハ異リ時々刻々變化シツ、アルモノデ或ル一定ノ時間ヲ經過シタ後ニハ元ノ半分トナル其ノ時間ヲ以テ其元素ノ半變期又ハ生命ト云フノデアル。而シテ其後又其

レ丈ノ時間ヲ經過スレバ其半分トナル即チ一半變期ヲ經過スル毎ニ $\frac{1}{2}, \frac{1}{4}, \frac{1}{8}, \frac{1}{10}$ トナツテ終ニ亡ビテシマウ。

Radium モカウイフ具合ニ段々變化シテ結局鉛トナツテシマウノデアル。鉛モ亦何カニ變リツ、アルノカモ知レスガ其進行ガ徐々デアルノデ一寸知ル事ガ出來ナイ。或ハ餘リ變化シナイノカモシレナイ。

Radium カラ α, β, γ ナル三種ノ放射線ヲ出ス事ハ人ノ善ク知ル所デアル而シテ此ノ内 α 粒子ガ Helium デアル事カラ地殼ノ年齢ヲ測定スル事ガ出來ルノデアル。

Fergusonite ト稱スル鑛物ハ其ノ 1gr ニツキ Radium 23.8×10^{-9} gr ヲ含ム而シテ此レヨリ出ス Helium ノ量ハ毎年 0.75×10^{-8} 立方 cm. デアル此鑛物 1gr ニツキ 1.81 立方 cm. 丈ケノ Helium ヲ含有スルノデアル、而シテ實驗ノ結果 Fergusonite 1gr ニツキ年毎 0.75×10^{-8} 立方 cm ノ Helium ヲ出ス相デアルカラ $1.81 \div 0.75 \times 10^{-8} = 241,000,000$ トナル即チ此ノ Fergusonite ノ年齢ハ 241,000,000 年トナル譯デアル。此ノ如キ方法ハ英人 Rutherford 氏ガ初メテ行ツタモノデアル。(茲ニ附ケ加ヘテ述ベルガ Fergusonite ハ美濃國苗木町附近カラモ產出シ臺灣ノ北投温泉カラ出ル北投石ナド、共ニ我國著名ノ放射能鑛物デアル)。

磷酸石灰ヲ含ム鑛物ハ上述ノ實驗ニ都合ガ善イト云

フ事デアル、次ニ此レデ計ツタ二三ノ年代ヲ示ス。

中世紀 Crag 統ノ 磷酸石灰圍塊	225,000年
中世紀上部 綠砂統	3,080,000
全上下部	3,950,000

赤鐵鑛ヲ有スル石炭紀ノ石灰岩 141,000,000

要スルニ放射能元素ニヨル測定デハ地球ノ年齢ハ約 840,000,000年多キハ 1,640,000,000年ニ達シテ居ル少クトモ 500,000,000年位ト云フ事デアル。

次ニ鉛ニヨリテ地球ノ年齢ヲ測定スル方法ヲ述ベソ。

Radiumノ元子量ハ 226.5 デアルガ、其ノ元祖ハ Uranium デアル。其ノ元子量ハ 238.5 デアル。此ノ Uranium ガ α 粒子ヲ失ツテ出來タ元素ノ元子量ハ 234.5 デアル即チ兩者ノ間ニ 4ノ差ヲ生ズル而シテ Uraniumノ生命ハ六十億年ヲ有スルモノデアアル。次ノ元素ハ更ニ α 粒ヲ出シテ元子量 230.5ノ元素トナル。此ノ如クニシテ α 粒子ヲ出ス毎ニ 4ヅ、ノ元子量ヲ減ジテ次ノ元素ニ變化スルモノデアアル。最後ニ變化シタルモノ、元子量ヲ見ルニ 206.5 デアル。鉛ノ實際ノ元子量ハ 207 デアル、此ニヨリテ見ルニ僅カニ 0.5ノ差ニ過ギナイカラ測定ノ場合ニ此レ位ナ誤差ノアルノハ寧ロ當然ノ事デアアル。

ケレドモ今日地球上ニアル鉛全體ガ Uraniumカラ變化シタモノトハ云フ事ハ出來ナイカモ知レヌガ或ル者ハ

Uraniumヨリ變化シタモノモアルデアラウ。上述ノ如クニ Uraniumノ生命ハ己ニ六十億年ヲ有スルモノデアツタ Uraniumカラ鉛ニ變化スルマデニハ少ナクトモ六十億年以上ヲ經過セザルベカラズ、故ニ地球ノ年齢ハ少クトモ六十億年デ無ケレバナラス。ケレドモ餘リ多キニ失スル様デアルカラ、鉛デ測定スルノハ當ヲ得スモノカモ知レヌ。

6. 地球ノ今後ハ如何

地球冷却説ニヨルト地球ハ絶エズ冷却シテ居ルノデ終ニハ月ノ如キ冷塊ト化シ水ハ全部氷トナリ空氣ノ様ナモノヲ存在シナクツテ生物ハ全ク其跡ヲ絶ツベキデアアル。實際 Helmholtzヤ Lord Kelvinナドノ説ヲ信ズル人達ハ此ノ時ノ早晚來ルベキヲ豫想シテ大ニ恐怖シタノデアアル。然ルニ Radiumノ發見ハ計ラズモ此ノ恐怖不安ヲ取り去ル様ニナツタ。

Uraniumガ崩壞シテ Radiumトナリソレガ又漸次崩壞シテ鉛トナルマデニハ實ニ莫大ノ熱ヲ出スモノデアアル。此ノ驚クベキ熱源ナル Radiumハ實際地球上ニドレ丈存在シテ居ルカ地熱ヲ十分保存シ得ル丈ケ存在スルデアラウカ。今ドレ丈ノ Radiumガアレバ地熱ノ保存ガ出來ルカト云フニ地球上ノ立方 cm 毎ニ 2.6×10^{-15} gr 即十萬億分ノ 2.6gr 丈ノ Radiumガ有レバヨイノデアアル。然ルニ

地球上如何ナル岩石デモ多少ノ Radium ヲ含マヌモノハ
 ナイ平均 1 立方 cm 毎ニ 8×10^{-12} gr 即チ一萬億分ノ 8.0gr
 丈含マレテ居ルノデアアル。此ノ量ハ地熱ヲ保持スルニ
 充分ナルノミナラズ却ツテ所要ノ量ヨリモ 30 倍ノ多量
 デアル。是ヲ以テ見レバ地球ノ温度ハ年々低下シテ冷
 却スルドコロデハ無ク却ツテ年々上昇シテ遂ニハ太陽
 ノ如キ熱球ト化シテ了フ譯デアアル。然シ其デハ甚ダ迷
 惑デアアル。又實際地球ガ段々熱セラレルト云フ事實モ
 見エ無イ。然ラバ如何ト云フニ恐ラク地殻ノ比較的表
 面ノ部分ニハ上述ノ如キ割合デ Radium ガ含マレテ居ル
 ケレドモ段々深イ處ニ行クニ從ツテ減少シ地下 76 km
 以下ニナルト全ク其跡ヲ絶ツモノラシイノデアアル。

次ニ太陽ハ如何ナルモノナルカ收縮説ガ事實ダトス
 レバ縱令地球ハ Radium ノ爲メ冷却セヌトシテモ我々ノ
 太陽系ハ滅亡スルモノト見ナケレバナラス。併シ既ニ
 地球上ニ Uranium ヲ Radium ガ多量ニ存在スルノデアアルカ
 ラ地球ノ母体タル太陽ニモ是等放射性諸元素ハ存在ス
 ベシト考ヘテモ決シテ無理ナ事デアアルマイ。コトニ
 太陽ノ表面ニハ是等ノ諸元素ノ崩壊ニヨリテ生ズベキ
 Helium ガ極テ多量ニ存在シ地球上ニ於ケル發見ヨリモ
 却テ先ニ太陽ニ於テ發見セラレ、爲メニ Helium (太陽素)ト
 名ヅケラレタ位デアアル。故ニ太陽ニハ放射性元素ガ

山アルト見ルモ差支ガ無イ。然ル時ハ自然此等ノ元素
 ノ崩壊ニヨリテ生ズル熱ヲ太陽ノ熱源ト見テモ全然不
 合理デアアルマイ。加之 Strutt 氏ノ説ニヨルト天界ヨ
 リ降ツテ來タ隕石ニハ地球上ノ岩石ト同一程度ノ放射
 能ヲ有シテ居ルト云フコトデアアルカラ太陽ノミナラズ
 廣ク宇宙間ニ存在スル天體ニハ放射能元素ガアルモノ
 ト考ヘテモ差支アルマイ。尤モ假リニ太陽全部ガ Uranium
 カラ出來タモノトシテモ其レノミデハ今日ノ太陽ノ出
 ス熱ト光トヲ説明スル事ハ出來ナイカラ或ハ太陽ノ如
 キ高温度ノ世界ニテハ凡テノ物質ガ放射性元素ト同様
 ナ性質ヲ帯ビテ居ルモノカモ知レナイ。然シ此等ノ事
 ハ將來科學ガ一層進歩シテ天休ヲ非常ニ精密ニ觀測ス
 ル事ガ出來ル様ニナラナケレバ不明ノ事デアアル。然シ
 兎ニ角太陽モ地球モ容易ニ收縮シテシマツタリ熱ヲ失
 ツテシマウモノデナイト云フ事ハ殆ド疑フ事ノ出來ナ
 イ事實デアアルラシイ。要スルニ太陽モ地球モ共ニ永遠
 ノ生命ヲ有スルモノト見テ差支アルマイ。

(附記) 本文ヲ草スルニ當リ主トシテ參考シタルハ
 Joly: — Radioactivity and Geology ナレドモ傍ラ水津理學
 士著「ラヂウム」講話及ビ地質學雜誌第十四卷第七
 號ヲモ參照シタ。