

プレートテクトニクスを予言した日本の科学者

寺田寅彦と都城秋穂

2011,7,29 西村寿雄

〔はじめに〕

地質学に特別関心がなくても〈プレートテクトニクス〉という言葉が聞かれた人も多いと思う。

〈プレートテクトニクス〉というのは、1960年代になって今までの地質学の考え方を一変する地質学大革命だった。(日本では、約20年ほど遅れて一般に認められていった)

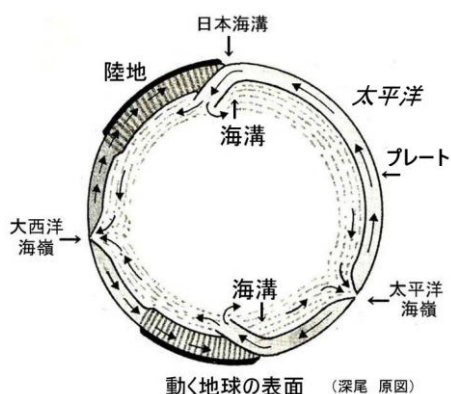
〈プレートテクトニクス〉とは、地球の表面はいくつかのプレート(板状ブロック)に分かれていて、海嶺で生まれたプレート(地殻)が水平移動して海溝で沈み込んでいるという

考えである。そして、そのプレートの動きを

元にしてあらゆる地質現象を統一的に解釈しようとする地球観である。地球上で見られる様々な地形や地震や火山などの地質現象もプレート移動による原因によって統一的に解釈できるという論である。

〈プレートテクトニクス〉は、それまでの〈地球は冷却して地向斜を生み出している〉という〈地向斜造山〉説に対して、地殻(プレート)は水平に移動しているという画期的な考えだった。イギリスのハラム(A.Hallam)が『A Revolution in the Earth Sciences』(1973)という本を書いているが、まさに「地球科学の革命」と言われるほどの地質構造論の大転換であった。

この〈プレートテクトニクス〉には、1915年にウェーゲナー(Aifred Wegener 1880-1930)が唱えた「大陸移動説」が前段にあった。その後1960年代になって、イギリス、アメリカを初めとする海外研究者が中心になって〈海洋底拡大説〉



地球表面の厚さは拡大図示

を唱え、やがて〈プレートテクトニクス〉へと構築されていった。現在はマントル内の動きまで視野に入れた〈プレートテクトニクス〉へと進展している。

〈プレートテクトニクス〉の研究には、組織的で大々的な調査や資料の収集が根底にあったので、太平洋戦争前後の日本の科学者が入り込む余地は無いに等しかった。

しかし、そのような中であって、日本でも寺田寅彦が 1940 年当時海溝の沈み込みを予言していたし、1960 年になると、都城秋穂も変成岩の研究を通じて〈プレートテクトニクス〉を支える論文を発表していた。

今回のレポートでは、寺田寅彦や都城秋穂の研究に焦点をあてながら、日本人がはたした〈プレートテクトニクス〉への道をまとめてみたい。

目次

1. ウェーゲナー大陸移動説とマントル対流
2. 海溝の沈み込みを予測した寺田寅彦
3. 島孤でのプレート移動を予測した都城秋穂
4. 都城秋穂と日本の地質学会

1. ウェーゲナー大陸移動説とマントル対流

1910 年頃、気象学者であったドイツのウェーゲナーは、大西洋の地図をながめているとあまりにも両大陸の海岸線が似ていることに疑問を持った。

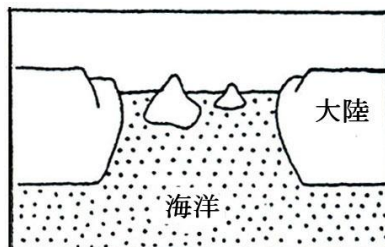
なんとなしに疑問を持っているときに、「この両大陸の間には陸橋がつながって行き来している生物がいた」という論文に出くわした。これが、彼の研究心に火を付けた。

「両大陸間に陸がつながっていたなんてあり得

ない。この二つの大陸はもともと一つだったのがたがいに離れて行ったのではないか」

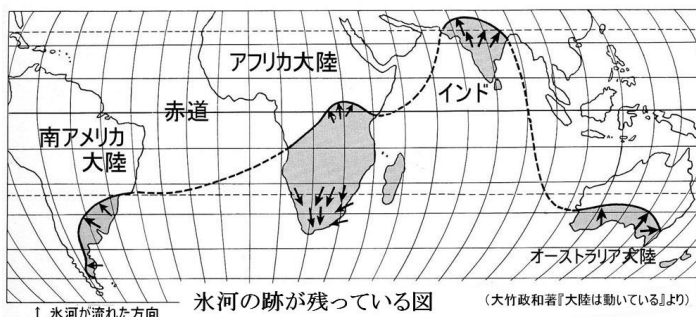


と彼は考えた。もともと、〈大陸地殻は海洋地殻より少し軽く、海洋地殻の上に陸地が浮いた形になっている〉という考えは当時知られていた。ウェーゲナーもそのことは頭にあった。



寺田寅彦『ローマ字世界』1923

これ以来、ウェーゲナーは大陸移動の証拠固めに生涯をかけた。まず、両大陸に関連する生物の分布、古生物学的な資料、地質構造、古気候などくわしく検証した。どれからも両大陸のつながりを示す証拠が浮かび上がった。なかでも、氷河の痕跡が、大陸の各地に広がっているという証拠は、元の極地が四方に広がったことを意味した。これで、ウェーゲナーはすべての大陸が動いていると判断した。（くわしくは、西村寿雄案《地球のなぞとき》に記述）



それで大陸移動に確信を持ったウェーゲナーは、1912年にフランクフルトで開かれた地質学協会の総会において〈大陸と大洋の形成に関する地球物理学的成因〉と題して講演を行った。ここで初めて〈大陸移動説〉を学会に明らかにした。その後もマールブルクで〈大陸の水平移動〉と題する講演を行っている。それらをまとめて1915年には『大陸と海洋の起源』（『Die Entstehung der Kontinente und Ozeane』）と題した本にした。版を重ねて第三版になると広く世界に知られるようになり、そのことが多くの地質学者や物理学者から反論を受けることになった。

特に地質学会の重鎮だったエドワード・ジュース（Suess Eduard 1831-1914）からは強い反論を受けた。それまでは、地球の収縮説が常識で、地殻が上下に動くことはありうるものの水平に動くことなどは考えられないとした。また、物理学者からは「そもそも、大陸を横に動かす力がどこから出てくるのか」と反論された。この大陸を動かす力については、ウェーゲナーも理論的な確証はなかなか持てないでいた。

しかし、1929年に刊行した『大陸と海洋の起源』第4版でウェーゲナーは、「移動の原動力」という項を設けて、大陸を動かす力についても言及している。

「最近、シュピナー及び特にキルシュのような何人かの著者が、シマにおける対流の考えを用いている。大陸ブロックの下のシマはそれの含むより多量のラジウムによって暖められ、一方海洋地域は冷却するとジョリーは考えた。彼の考えにしたがって、キルシュは地殻の下での対流を考えた。対流は大陸の下の境界へ向けて上がってくる。そして大陸の下側に沿って水平に流れて海洋地域へゆき、下へおりてゆく。そして深い部分へもぐった後でもう一度大陸の下へ戻ってくる。…」

（竹内均訳『大陸と海洋の起源』講談社学術文庫 p301）

と記して、地球の放射線による発熱によって地殻の下では対流しているというキルシュの考えをあえて取り上げている。

一方、ウェーゲナーは生物的、地質的といった状況証拠だけでなしに、直接的な証拠である測地学の成果にも関心をよせていた。『大陸と海洋の起源』第4版の最後につけた付録では

「天体の位置を測定して、測地学の成果に期待していた。事実、グリーンランドはヨーロッパに対して西に移動している」

「ワシントンとパリの間も14年の間に 4 ± 1 m増加した」

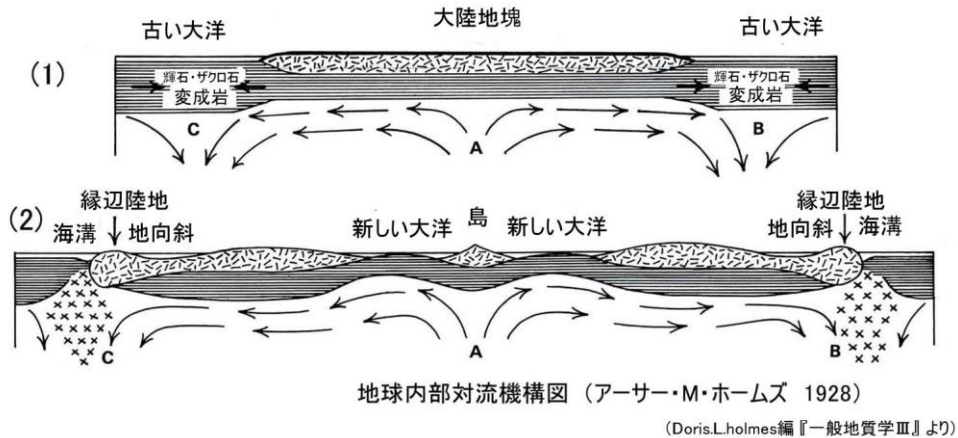
という観測結果も取り入れている。これが、もし正確であれば確実な大陸移動の証拠になるのだが、当時の測地技術ではまだ確実に信頼されるデータにはなっていなかった。

ウェーゲナーの『大陸と海洋の起源』は、世界の地質学者、物理学者、生物地理学者等に読まれ反論も多かった。しかし、中にはウェーゲナーの大陸移動説に賛成する学者もいた。

その一人にアーサー・ホームズ (Holmes, Arthur 1890-1965) がいた。ホームズは「岩石中の放射性物質の崩壊速度が一定であることに基づいて、地球の絶対年代を確立した学者」(A・ハラム『移動する大陸』)でもあるが、地球内部の熱を考えて、マントル内の対流を考えていた学者である。ホームズは

「大陸にある岩石の放射能は強く(花崗岩中にウラニウムとトリウムが集中しているから)、そのため大陸の温度は大洋下の温度よりも高いだろう。したが

って流れは、大陸下で上昇し、周囲にひろがっていく。一方下降する流れは、大陸の端をこえた所でもっとも強くなる」(A・ハラム『移動する大陸』)と考えていた。ホームズの考えていた図は下記である。



ホームズは、ウェーゲナーの主張していた大陸移動だけではなくて、大陸が乗っている土台である地殻(マントル)そのものが動くことによって大陸が二分するモデルを考えていた。1928年のことである。ウェーゲナーは、このホームズの考えに支えられて、自らの大陸移動説に強い自信を持ったに違いない。

以上のように1930年代前後には、海外では、ウェーゲナーの大陸移動説が激論を生んでいたが、日本ではどうだったのだろうか。積極的に〈大陸移動説〉を支持していた当時の物理学者に、長岡半太郎(1865-1950)と寺田寅彦(1878-1935)がいた。

原子物理学者の長岡半太郎は1893年から3年間あまりドイツ留学しているし1910年にもイギリスを訪問している。そうした経緯もあってウェーゲナーの〈大陸移動説〉についても強い関心を示していた。

「このころの長岡の論文には、アイソスタシーの考え方がかなりはっきりあらわれているように思われる。また、1912年、ウェーゲナーが唱えた大陸移動説にも好意的であったことも推測されよう。」(板倉聖宣著『長岡半太郎』朝日新聞社 1973)と書かれている。

長岡半太郎自身の〈大陸移動説〉に関する直接の論文はないが、ウェーゲナーが亡くなったときに、ドイツから日本に「ウェーゲナー博士の訃」という通信を日本に送っている。その中に、〈大陸移動説〉について長岡半太郎の考えが出ている。

「大陸移動は直接測地上から演繹されたことではない。地質構造、生物の分布、過去の気候変遷、重力の変異等から推理した結果である。半ば物理学の基礎に建てられた新説である。将来多少の変革は免れ難く思はるるけれども、移動説は段々採用せらるるであらう。」(『長岡半太郎』朝日新聞社 1973)

一方、寺田寅彦は、多くの学問上の刺激を長岡半太郎から受けていた。寅彦は1900年にはイギリスに留学していた。ちょうどウェーゲナーの〈大陸移動説〉が出された頃で、このような新しい動きに大きな刺激を受けたと思われる。

寅彦は、大正12年(1923年)には「大陸と大洋の成り立ち」(『ローマ字世界』)と題して書いてウェーゲナーの〈大陸移動説〉について紹介している。

「彼(ウェーゲナー)は地球の上のすべての大陸は、いわば池に浮かぶ氷のように、地球の表面を包んでいる粘い熔岩(熔けた岩)の海の上に浮かんでいて、長い年月の間にはだんだんに動いて行くのではないかという疑いを起こした。そういう考えを元にして地質学や地球物理学のいろいろな問題に当たってみると、都合よくそれで説明される事実がたくさんにあり、殊に今まで在り来たりの学説では説明のむずかしかったような事柄がたやすく説明されるので、だんだんに学説としての値打ちを増して来た。」

(『ローマ字世界』大正12年)

寅彦の目からも大陸移動説を〈学説としての値打ち〉を認めていた。

では、当時の他の物理学者はどうだったのだろうか。

1924年には北田宏蔵訳『大陸漂移説解義』(古今書院1924)が日本語訳で出版されている。この本は翻訳のみで北田宏蔵がどのように〈大陸移動説〉を評価しているかのはっきりとした記述は見当たらない。

1926年には松澤武雄が『地球物理学』(古今書院)を出版して、「海陸分布に対する諸説」の項で「ウェーゲナーの説」と題して〈大陸移動説〉を取りあげている。そこでは松澤は若干の〈大陸移動説〉の解説をしているにすぎない。

1928年には仲瀬善太郎訳の『大陸移動説』(岩波書店)が出ている。ここでも訳者の意見はほとんど述べられていない。

この時期の学者について『長岡半太郎』には下記の記述がある。

「大正年代には、東大の地質学者の間では関心が示されず、むしろ、寺田寅彦や北田宏蔵などの地球物理学者・地理学者が好意的であった。昭和に入ると、

本間不二男、中瀬善太郎、原田準平などが批判的であったのに対して、坪井忠二、辻村太郎が好意的であったという。」(『長岡半太郎』朝日新聞社 1973)

〈大陸移動説〉に対する各国の論文も、ウェーゲナーの死後 1930 年以降は急に減ってしまった。海外では一部の科学者に受け継がれてはいたが日本ではまったく議論されなくなった。

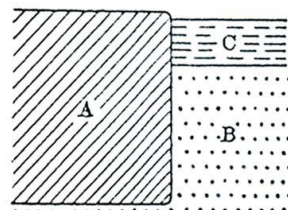
2. 寺田寅彦の地球観

先に、寺田寅彦がウェーゲナーの大陸移動説をおおかた賛成していたことは述べた。それでは、寺田寅彦自身は、地殻の動きについてどのように考えていたのだろうか。

寺田寅彦の研究は、晩年に近づくほど地球科学に関することが多くなっていた。中には、〈プレートテクトニクス〉を彷彿とさせる論文も書いていたこともわかり、後の研究者も寅彦の偉業に感心している。

(1) アイソスタシーと大陸移動

寺田寅彦はウェーゲナーの〈大陸移動説〉を支持する最も重要な事柄として、アイソスタシーを取り上げている。アイソスタシーとは大陸地殻が海洋地殻の上に乗っているという考え方である。ウェーゲナーの『大陸と海洋の起源』に書かれ右図を示しながら



A シアル, B シーマ, C 水.
大陸のへりの部分での模式図(ウェーゲナー)

「この人(ウェーゲナー)の考えでは、大陸というのは、割合に軽い“シアル”Sial(ケイ素の略字 si とアルミニウム al とを組合せて付けた名前、ここでは“シアル”と書くことにする A)と名付ける岩石の板のようなもので出来ている。これに反して、海の底はこれよりも少し重くてまた融解点の低い岩石“シマ”Sima(ケイ素の si とマグネシウムの ma との組合せ。これから先では“シーマ”と書くことにする B)で被われている。このシーマは大陸のシアルの板の下にも一面に広がり、多分一〇〇〇キロメー

トル以上の深さを持っていると想像される。つまり、シアルの板がシーマの海に浮かんだような形になっていると考える。」

(「大陸と大洋のなりたち」『ローマ字世界』)

と述べている。

寺田寅彦には下記の論文もある。

「相模湾海底変化の意義並びに大地震の原因に関する地球物理学的考察」(VI12)である。この論文で寅彦は、垂直変異を起こす原因として

第一には、アイソスタシーの要求に應ずる為の垂直變位を起すべき原動力で此れは陸地の下底に存在する流動性物質の静水圧によるもので、其の直接の作用は勿論垂直の方向に働くものであるが、間接の結果としては此れから各種の歪力が生ずる事も明である。此の種の力を誘起すべき原因の主要なものとしては次の二つを挙げる事が出来ようやう。即ち(A)陸地の浸蝕、並に其の浸蝕された物質が海底に堆積する事によって、地殻表面の荷重分布の變化を生じ其為に均衡が失はれる事。(B)下底の岩層の熔融、凝固又は構造變化によって其層の比容に變化が起り、従て其れに浮べる地盤の浮力に變化を来す事、である。

と書いている。このことについて、『寺田寅彦の生涯』などを書いている評論家の小林惟司氏は

「ここに、当時はまだ知られていなかったマントル対流の概念が見えるようである。地球内部の構造に肉迫していく寺田は、地殻の垂直移動、水平移動をいち早く論じ、これに関する論文を7編も発表していることにも、その関心の深さがうかがわれる」

「この記述には、日本列島をとりまくフィリピンプレートと太平洋プレート(海底地盤)の衝突と沈みこみによるプレートの昇降・隆起、それを促進するマントル対流の理論の骨子がみえるようである。寺田が今しばらくの余命をもっていたらあるいは今日のプレート・テクトニクス理論の発芽を発見していたであろう。惜しいことをしたものである」(小林惟司著『寺田寅彦と地震予知』2003年)

と記している。

胃潰瘍などを患い病弱であった寅彦は、49才で東京帝国大学を辞した。以後は

父の故郷である高知に帰って研究生生活を送った。ここ高知では、今までにまして地球科学に関する研究に没頭していた。論文として書き残したものは下記のように多彩である。

「日本海沿岸の島列」「島弧の生成に関する実験」「土佐の国南海岸の地形に就いて」「地殻の移動について」「破壊的地震について」「島弧の曲率」「土佐湾の海底変化」「四国における山崩れの方向性」「室戸岬の隆起」「地震発生メカニズム」「プレート論」「大和堆の存在」「日本海海底の形態」「温泉と地殻運動」

これらの中で現在の〈プレートテクトニクス〉を予言する論文がいくつもある。「土佐国南海岸の地形に就て」などのほか英文の論文も多い。これらについては、前高知大学教授（地質学）鈴木堯士氏（*1）が深く研究しておられる。鈴木氏の見解を（『寺田寅彦の地球観』2003）にそって寅彦の地球観を取り上げてみる。

・南の海のすべり込みともり上がり

四国の地図を見ると、室戸岬が出っ張っているのに高知の市街地は、ずいぶん凹んで土佐湾ができる。寅彦はまずこの地形に注目した。



それに、不思議なことに、大きな地震が起きた後は、室戸岬がぐんと高くなり高知市付近の土地は沈んでいた。過去の記録を調べた寅彦は二つの仮説を立てた。

1. 「地震後に室戸岬が高くなる（隆起する）のは、地震で土地がはねあがったからである」
2. 「地震後に高知市付近が沈むのは、高知市内の土地が太平洋側へすべり落ちたためである」

室戸岬を遠くからながめると写真のようにずいぶん平らな地形が見られる。このような地形は海成段丘と呼ばれるもので、昔、海底にあった地形の特長である。室戸岬は海底からだんだんと高くなって今の姿になっていたことが読み取れる。



室戸岬（西村写）

では、室戸岬は毎年少しずつ高くなっているのかということ、そうはなっていない。

1930年代の寅彦は、室戸岬の過去の高さを調べグラフにしてみた。すると右図のようになった。

ほぼ、100年から150年室戸岬は下がり続け、地震のあった時点で

ポンと高くなっている。グラフを見ると地震後には1m以上もはねあがっている。これは、今も警戒されている南海地震の過去の記録でもある。

さらに、次のようなことも寅彦は書いている。

・高知市内の沈み込み

「高知市付近が地震の時に沈むのは、高知市の地盤が太平洋側にすべり落ちているためではないか」

と寅彦は考えた。

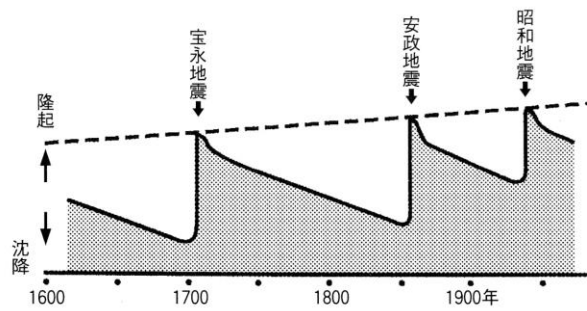
寅彦は、高知市付近の山並みや、土佐湾の海底地形を調べて次のような予想を立てている。

「高知市街の新しい地層が、まわりの固い岩石（A---B、C---Dの線）に囲まれて谷底のような形になり、地震のたびに南に滑り出しているのかもしれない」

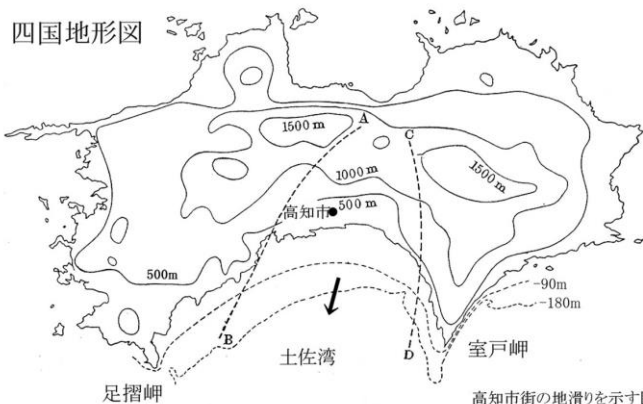
「太平洋側で起きる地面のすべり込みは、太平洋沖の海底が日本列島を引きずり込んでいるための影響である」

高知沖の南にある溝に向かって日本列島が引きずり込まれているという。これは、今に言う〈南海トラフ〉を予言していたのだ。フィリピン海プレートが高知の海洋で沈み込んでいるという現代の地球科学の説明と変わらない。

この時の砂や泥の痕跡が、乱泥流の跡として高知県や和歌山県の地層の中に見ることができる。



室戸岬の隆起と沈降の歴史 (杉村 新) (鈴木堯士著書)



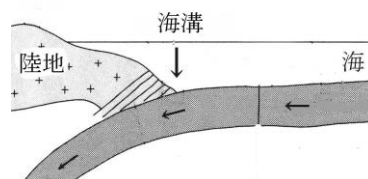
高知市街の地滑りを示す図 (寺田寅彦「土佐国南海岸の地形に就て」1928)

寅彦の理論はさらにもう一段発展していた。寅彦は陸地を移動させる力についても見通しをつけていた。

寅彦の論文には次のような文章がある。

「海洋底から大陸に向かって、海底を作っている岩石が動いておれば、大陸近くの海底岩石は、大陸の手前で沈み込み帯を形成するように、下方に引きずり込まれると思われる。そのために、大陸の縁には多くの深い溝（海溝）を作る」

「大陸の縁でこの水平方向の引きずる力が大きいとすれば、大陸移動が結果として起こる」



(鈴木堯士訳『寺田寅彦の地球観』より)

この寅彦の考えは、1960年代からアメリカを中心に確立されてきた〈プレートテクトニクス〉と同じ考えである。寅彦は〈プレートテクトニクス〉が世に出る30年も前に、プレート移動を確立していたことになり、ウエーゲナーが知っていたらどんなにか喜んだことだろうと思われる。

地球科学者の竹内均氏も〈寅彦の随筆『茶碗の湯』で、茶碗の中の熱い湯の循環についての記述は間違いなく大陸移動説・マンテル対流を意識して書かれた〉と書いている。(鈴木堯士著『寺田寅彦の地球観』)

(※1) 鈴木堯士氏は、中学時代から寺田寅彦の魅力にとりつかれ、地球科学者となって高知大学に勤められた人である。四国の地質を調べる傍らプレート論をテーマに研究を続けられた。四万十帯の付加帯を見つけた高知大学研究グループの一人である。また、独自の研究姿勢を保たれ、変成岩研究を通じて都城秋穂氏とも交流が深かった人である。退職後は、高知市内にあった「寺田寅彦記念館」の運営にも携わっておられた。

3. みやしろあきほ 都城秋穂と〈変成岩〉

都城秋穂という地球科学者がおられた。1920年岡山県生まれで、成城高校などを経て1941年、東京大学地質学科に入学、1946年から東京大学の助手を務められた。1947年には「地学団体研究会」創設にかかわる。このころから〈変成岩〉

の研究を行い、1953年には「変成岩ザクロ石の研究」で理学博士となる。その後も、東京大学におられたが、研究者同士の対立から、1967年にはアメリカの大学に移籍された。以後、ずっとアメリカで研究生生活を過ごし、そのときの「変成岩と変成帯」の研究が〈プレートテクトニクス〉論を支える重要な研究となっていた。日本ではあまり知られていなかったが、世界の科学者には広く知られていた。

2008年に不慮の死で惜しくも命を落とした。

これから、少し都城秋穂の研究の跡を追ってみたい。

まず、〈変成岩〉とは、どのような岩石なのだろうか。

ふつう、岩石には花こう岩や安山岩、玄武岩といった〈火成岩〉がある。これらは、いずれも地下のマグマが冷えて固まった岩石である。それらに対して、一度できた岩石が、風化作用で砕かれて水や空気によって運ばれて海底などに堆積してできた岩石〈堆積岩〉がある。ふつう砂岩、泥岩などと呼ばれる。それらの岩石以外に生物起源の岩石がある。海中で炭酸カルシウムを体内に吸収したサンゴなどがもとでできた石灰岩、二酸化ケイ素を体内に吸収した放射虫や珪藻などでできたチャートである。

これで、一義的には岩石の分類はすべてである。しかし、上にあげた岩石が地球の熱や圧力の影響を受け再結晶した岩石類もある。これが〈変成岩〉と呼ばれている岩石類である。

〈変成岩〉になると、変成作用によって結晶が横並びになり、片状に見えることが多い。よく庭石などに使われている緑やうす紅色の縞々の石はたいてい〈変成岩〉である。また、元堆積岩が非常に固くなって、中にキラキラした鉱物を晶出しているものもある。石灰岩の結晶が目に見えるようなキラキラ輝く晶質石灰岩（大理石）なども〈変成岩〉である。

都城秋穂は、この〈変成岩〉に興味を持った。

〈変成岩〉には、大きく二種類考えられている。一つは、一度できた岩石の間（破断面）に後から熱いマグマが浸入（貫入）して、前の岩石を熱で再結晶させるものがある。これは、〈接触変成岩〉と呼ばれているもので、規模はさほど大きくはない。片麻岩と呼ばれたり、ホルンフェルスと呼ばれたりしている。大理石などにもこの例に入る。

それにたいして、もっと広範囲に地下深くで高い圧力を受けてできた〈変成岩〉がある。これは、〈広域変成岩〉と呼ばれていて、中部から南西日本などにある「中央構造線」にそって分布している。「領家変成帯」とか「三波川変成帯」とか呼ばれている地帯である。



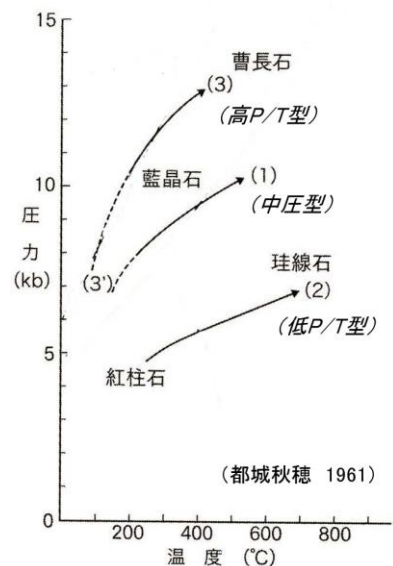
都城秋穂は、この広域変成作用に注目した。そして、次のように考えた。

「変成反応でできる主要鉱物の中で、いちばん簡単なのは、紅柱石、珪線石、藍晶石である。これら三つの鉱物はすべて、ほとんど一定の Al_2SiO_5 という化学組成を持ち、固容体をつくることによって組成変化を近似的には無視できる。したがって、それらの間の相転移反応は温度と圧力だけによって支配され、相律によるとその系は近似的には一変系である。したがってその平衡転移は、温度・圧力図表上では線の上で起こる。私は、岩石学上の記載的データから、その平衡曲線を描けないだろうかと思った。」（『都城の歩んだ道』）

当時、変成作用の条件として岩石成分などの違いが語られているときに、都城秋穂は「温度（T）と圧力（P）」の影響にのみに注目した。そして、世界の変成岩を調べて、右のグラフを作り上げた。そして、〈変成岩〉に存在している鉱物をもとに変成岩を低 P/T 型、中圧型、高 P/T 型に分けることに成功した。

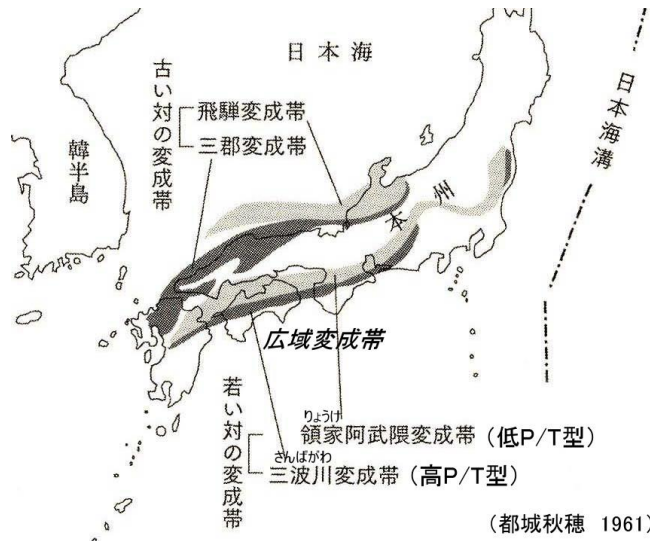
都城秋穂は、世界の海溝近くの変成岩も調べた。その中で、日本では次頁図のように〈低 P/T 型と高 P/T 型が対〉になっていることに気付いた。

これが、プレートテクトニクスを実証する画期的な研究につながった。どうしてだろうか。



右図、都城秋穂の図には「古い対の変成帯」と「若い対の変成帯」が書かれている。

太平洋側にある「若い対の変成帯」には三波川変成帯(高P/T型変成岩)と領家変成帯(低P/T型変成岩)が記されている。



「三波川変成帯」は群馬の三波川に始まり、秩父の長瀬から愛知県中部、紀伊半島中部、四国中部に広がっている。それに対して「領家変成帯」は、愛知、関西、瀬戸内沿岸などに広く分布している花こう岩地帯である。この花こう岩は、変成を受けた片麻状になっている場合が多い。

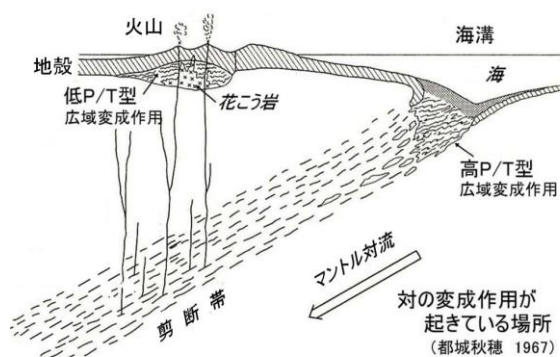
この変成帯の研究について都城秋穂は

「そのような変成岩は地球の何かのテクトニクな運動の結果としてできたものだが、当時の地質学には信頼できるテクトニクスの学説がなかった。それで私は、当時のテクトニクスの学説に依存しないような、私の独自の説として「対になった変成帯」という新説を提案した。そしてそれは、島弧または大陸縁の造山帯を表し、高圧型の変成帯の生成は海溝の深部における過程に関係しているという考えを述べた。」

「その後私は東大を去って、コロンビア大学のラumont地質観測所に移った。その時ちょうど、プレートテクトニクスが始まり、この観測所はプレートテクトニクス建設の世界的な中心の一つになった。私の変成作用の理論は、プレートテクトニクスの体系のなかにすぐに組み込まれた。」(『都城の歩んだ道』)

都城秋穂の〈対になった変成帯〉の考えがプレートテクトニクスを後押しする理論となっていた。

都城秋穂は、〈変成岩〉生成のメカニズムを下図のように推測した。当時は、海嶺部の様子はわかっていたものの、海溝部がどのようなになっているのか不明だった。1967年に〈プレートテクトニクス〉が生まれる前に都城秋穂は右図を描いていた。この図をながめるとプレートの沈み込みが見えてくる。「剪断帯」の上に線を引くと、現代のプレートの沈み込み図と同じになる。



都城秋穂の研究を日本国内で評価していた地質学者の新妻信明氏は

「都城秋穂は、日本の変成岩の分布と形成湿度・圧力条件を検討し、**高压低温型の変成帯と低压高温型の変成岩が対をなして平行して分布し、高压低温型を海溝域、低压高温型を島弧火山帯に対応させた**」

と都城秋穂の仕事を紹介した。(新妻信明著『プレートダイナミクス入門』2010)

1930年代には寺田寅彦が、すでに四国沖でのプレートの沈み込みを予言していた。1960年代になって、都城秋穂の研究が〈プレートテクトニクス〉を大きく後押しした。〈地質学革命〉と呼ばれた〈プレートテクトニクス〉理論の構築に、日本の科学者が大きな役割を担っていたということはあまり知られていなかったが、今回、都城秋穂の研究遺産を知ることによって二人の偉業を再認識できた。

4. 都城秋穂と日本の地質学会

昨年(2010年)あたりから、「板倉聖宣氏が都城秋穂さんのことを口にされるようになった」と、MLの仲間から知らされていた。都城秋穂が板倉聖宣氏の本を熱心に読んでいたとか、都城秋穂は変成岩の研究が画期的だったとかが話題になっていることが伝わってきた。

そこで、わたしも都城秋穂の研究歴を調べだした。

都城秋穂は 1960 年に地学団体研究会の「地学双書」として『岩石・鉱物の熱力学』を発売している。その奥付に下記のような研究紹介がある。

「1943—47 年頃はアルカリ深成岩の研究をしていた。その後、興味が変成岩や変成鉱物に移った。変成鉱物の生成条件を解析し、それに基いて変成作用の物理的・化学的条件を明らかにすることに力をそそいだ。ことに 1953 年頃から、この問題について多数の論文を発表した。また、その過程で、大隅石およびイソド石という新鉱物を発見した（後者は飯山敏道氏と共同発見）。これらの研究にたいして、1955 年服部報公会賞をうけ、1958 年日本地質学会賞をうけた。」（都城秋穂著『岩石・鉱物の熱力学』1960）

とある。（都城秋穂が変成岩について古くから研究対象としていたこと）がわかった。

先にもふれたように、私は、変成岩については今まで、あまり大切な石とは思っていなかった。岩石の基本はあくまで火成岩で、それに付随して堆積岩があるという認識だった。変成岩は、火成岩、堆積岩がその後の地殻変動による熱や圧力を受けて再結晶した岩石で、二次的な岩石というイメージを持っていた。まして、岩石を楽しみにしている子どもたちには、物理科学の知識のいる変成作用まで取り上げるのはむつかしいと思っていた。その変成岩に重大なテクトニクスの意味合いがあることを今回はじめて気付かされた。

私が都城秋穂の名前を知ったのは、今から 30 年はさかのぼる。ウェーゲナーの大陸移動説の授業書化を試みていた時、岩波文庫として都城秋穂・紫藤文子訳『大陸と海洋の起源』（上・下）が 1981 年に出た。すでに、竹内均によって同名の日本語訳は 1975 年に講談社から出ていた（1990 年には文庫化）が、このように文庫になったのでより手軽に読めるようになった。各章に少し解説を設けるなどして読みやすくなっていたので、〈読みやすい文章に訳す地質学者〉という印象が私には残った。

また、当時シリーズとして買っていた岩波講座「地球科学」全 16 巻は都城秋穂も編集に加わっており、12 巻『変動する地球Ⅲ』、16 巻『世界の地質』は都城秋穂も執筆していた。私は、これらの本で都城秋穂という名前は知ったものの、この本は少々専門的で読まずに書庫にしまったままだった。

1980年頃から、プレートテクトニクス論争が日本でも盛んになるにつれ、その論争を現場ではどう判断したらよいのか大いに迷わされる時期があった。

〈日本列島は南西部からのプレートの押し込みによってさまざまな地質現象を引き起こしている〉とするプレートテクトニクス論に対して、〈日本列島の地質構造は、地向斜等による垂直運動によってできている〉という地向斜造山論を主張する学者もいた。

日本では、上田誠也や竹内均などがプレートテクトニクス論を支持して普及書も多く発行していたが都城秋穂の名前は伝わってこなかった。しかし、1995年になって雑誌『科学』で、地質学の歴史とプレートテクトニクス論の正統性を科学論として書いていたので、「すごい地質学者もいるものだ」と意識するようになった。この雑誌の論文はやがて『科学革命とは何か』という題で出版された。(1998 岩波書店)

都城秋穂は2008年に事故で亡くなられたが残念な結末だった。これからの余生を生かして、普及書や科学読み物の執筆をしてもらえれば、日本の子どもたちにも地質学の楽しさを伝えることになったであろうと残念でならない。

都城秋穂の死後、地学団体研究会（以後「地団研」と記す）の会員用「そくほう」にさっそく「都城秋穂元会員を偲んで」という記事が掲載された。「地団研」会員の後藤仁敏氏の手記で、「都城秋穂氏の略歴と業績」「地団研の創立者の一人」「科学運動と科学革命」「都城秋穂氏からの手紙」と項を設けて執筆されている。その中で、後藤氏は一貫して都城秋穂の業績をたたえている。一部転記すると

「私は、本書を読んで、1960年代から変成岩の岩石学的研究により、高圧型の変成帯はプレートの沈み込みに伴って形成されることを解明し、プレートテクトニクスにもとづく地球科学の新しい体系の建設に貢献し、世界と日本の地質学の革命的発展をもたらした都城氏が、これほどまでに理論的・思想的に地質学の歴史を深く研究していることに大きな感銘を受けた。科学革命・科学論・科学哲学を自らの研究にもとづいて深く追求した地質学者を、井尻正二・都城秋穂両氏以外に私は知らない。」（「地団研」そくほう No639 2011,12,1号）と書いている。

都城秋穂の死後、後継者の丸山茂樹氏、磯崎行雄氏などが中心になって、都城秋穂の遺稿を整理されて2冊（予定は3冊）の本にまとめられた。第1巻『都城の歩んだ道 自伝』、第2巻『地球科学の歴史と現状』（東信堂 2009,9）である。このうち第2巻は、1965年から都城秋穂が雑誌『自然』（中央公論社）に連載していた原稿をまとめたもので、世界の地質学の現状から未来への方向について論じたもので専門的な内容になっている。

問題は第1巻である。この巻には、都城秋穂の生育歴から、若いときの研究歴が詳細に書かれている。それけはいいとして、東京大学に研究者として活躍されたときからアメリカに渡るまでの地質学会のなまなましい現状も書き出されている。都城秋穂は「地団研」の創立にかかわった人だが、研究内容の主張の違いから、その「地団研」とも袂を分けた。その時々激しい「地団研」との対立感情が当時のメモとして残っていたらしく、その記録がそのまま本になっている。

この本に出てくる、学者間の対立や学問上の抗争は、どの学会にもある話でとりわけ（地質学会）に限ったことではない。しかし、戦後の民主化を標榜して生まれた「地団研」も、その例外ではなかったことは日本の科学界に対して強烈な反省点ではある。

しかし都城秋穂も晩年になって、そうした激しい感情も収まり冷静になって「地団研」にも気遣いをしていたことが伺える。先に紹介した後藤仁敏氏の手記には「昨年（2008年）10月、私は都城氏が井尻正二氏について詳しく知りたいという希望をもっていることを青木会員から伺い、私が写真を複写するなどして協力して井尻正二著『石狩湾』（築地書館）を送った。そのなかで、都城氏が私の経歴に興味をいただいたので、自伝『化石少年』（風入社）を謹呈した。……」と書かれている。「地団研」会員の後藤仁敏氏とも生前まで懇意に交流されていた。

また、先の寺田寅彦の項で紹介した元高知大学教授で「地団研」会員の鈴木堯士氏も、都城秋穂と交流を深めておられた。鈴木堯士氏も日本にいて都城秋穂と同じく変成岩を研究されていた。鈴木氏の本には次のような記述がある。

「都城先生は、長年ニューヨーク州立大学教授を務められた方で、平成十四年六月には、〈変成岩の理論的研究およびテクトニクス論への寄与〉で日本学士院賞を受賞された。私は同じ変成岩研究者として、都城先生には長年ご指導いただき、ニューヨークへ受賞のお祝いの手紙を差し上げた。」

（鈴木堯士著『寺田寅彦の地球観』2003）

都城秋穂は、アメリカで研究生生活を送りながら日本の地質学者を研究者として大切にしていたことが伺える。

元朝日新聞編集委員で現在は東京大学地震研究所研究員の泊次郎氏による『プレートテクトニクスの拒絶と受容』（2008）という本が出ている。この本では、プレートテクトニクスが日本ではどのように論争されてきたかをくわしく紹介されている。この本でも、都城秋穂と「地団研」のかかわりが所々に出てくる。また「地団研」に所属する学者たちの反プレートテクトニクス論もくわしく出ている。

この本で泊氏は

「〈科学とはただ1つの真理を求める活動である〉と理解している人も少なくないようですが、自然を理解するにはさまざまな解釈がありえます。その解釈には、そのときどきの社会・政治情勢や科学者集団内部の権力・利害関係などさまざまな要素がからんできます。科学とは自然を忠実に模写したものではありえず、科学者集団による社会的な営みとしての側面を持つものなのです。「日本でのプレートテクトニクスの拒絶と受容」というフィルターを通して見えてきたのも、そうした現実の人間味あふれる科学でした。現在進行中の科学もこうした社会的なさまざまな要素がからみ合って営まれていることを、理解して欲しいと思うのです。（『プレートテクトニクスの拒絶と受容』）

とまとめている。人間がこれからも克服していく課題であると思う。

都城秋穂は、「地団研」主流派との対立でアメリカに移住する羽目になったと書いているが、「どっちに転んでもシメタ」で、結果的にはプレートテクトニクス研究の拠点に所属することができ、大きな「シメタ」を得たと思う。

おわり 2011,07,20

【補足】 地学団体研究会（「地団研」）について

先に紹介した都城秋穂遺稿集 第1巻『都城の歩んだ道 自伝』を読むと、いかにも「地団研」は権威主義的な集団という印象を与えかねないが、これはあくまで当時の学者サイドの話で、一般にはそのような印象はなかった。30年くらい前の地質巡検でもプレートテクトニクス論にたった資料がよく使われていた。「地団研」については、地学団体研究会著『地球のなぞを追って 私達の科学運動』大月書店 2006が現状をよく書いているが、「地団研」会員の一人として少し補足しておきたい。

「地団研」の功績は、なんといっても地質学の大衆化にある。戦後の1947年、都城秋穂氏も中心になって〈民主的〉な理想の研究集団として生まれたのが「地団研」である。大学の研究者のほかに、企業の専門家や博物館学芸員、教師なども入り、地質学の大衆化に力を入れてきた。〈大衆と歩む地質学〉をみんなで構築していこうという幅広い市民運動であった。

「地団研」では、専門的な出版物以外に、大衆のための普及書もたくさん刊行している。各地の地質案内を書いた『日曜の地学』（築地書館）シリーズや〈地質ガイド〉など、各地域に関連した出版物が多い。また、学校現場で活用できる「自然をしらべる地学シリーズ」（東海大学出版会）や「新版地学教育講座」シリーズ（東海大学出版会）などもある。

その他、「地団研」活動の大きな領域として、各地の化石博物館、地質博物館づくりにかかわった影響も大きい。掘り出された化石などは、現地に博物館を作って地元の財産として保管する道筋をつけてきたのも「地団研」会員である。瑞浪化石博物館（岐阜県）、野尻湖化石博物館（長野県）、足寄動物化石博物館（北海道）など全国にできている。

1962年から始まった全国の市民や教師、子どもも一緒になって発掘した〈野尻湖発掘〉も市民と一体になった調査活動であった。「地団研」会員による各地の普及巡検も盛んで、市民と〈楽しい地学〉を共有している。群馬県の〈下仁田自然学校〉などは、町と地元が一体となって作られた地域の〈自然学校〉である。

また、各地の地質調査に会員が協力して地域の自然誌を作ってきた例も多い。

私も、市の要請を受けて地域の地質調査を実施して地域の自然誌〈地質編〉を発刊したこともある（寝屋川市発行『寝屋川の自然 地質編』1996）。この時は、「地団研」会員の高校教師も含めて、数人で地域の地質調査にあけてくれた。今も、地球に興味を持つ人を対象に近くの〈地質案内〉を毎年実施している。

授業でも、多くの人たちに〈地学〉を楽しんでもらうようなプラン作りも行ってきた。《地球のなぞとき》は40年来のまとめで、イメージ検証授業の授業書として完成していると思っている。「原子の目を見た石ころ学」もプラン化している。

多くの子どもたちに楽しい科学を伝えるという仮説実験授業の発想と、多くの市民に楽しい地球の姿を伝えるという「地団研」の方針とは、共通した部分が多い。私には、「地団研」活動と仮説実験授業の研究活動とは同じ土台にある。

2011,7,20 西村寿雄