

## 気候変化に関するシンポジウム\*

昭和36年1月20日午前中に下記6氏の研究発表が行われた。

## 午前の研究発表

1. 土 屋 巖 (図書課) 気候変動の原因論の史的展望
2. 長 尾 隆 (研修所) 中規模の地域内の気候変動
3. 矢 沢 大 二 (都立大) アンデスの気候変化
4. 山 本 武 夫 (山口大) 気候変化の高層気層学的考察
5. 荒 川 秀 俊 (研究所) 東北地方の夏の気温の季節予報
6. 保 柳 睦 美 (都立大) 地理学における気候変化研究の動向

引続いて、午後根本順吉氏の司会でシンポジウムが開かれた。

根本：シンポジウムの進め方は、話題提供者として、内海さんに北日本を中心としたローカルなもの、山本さんには世界的規模での変化の問題、また気候変化の原因について、外因的なものとして太陽活動の影響を朝倉さんに、杉浦さんにはCO<sub>2</sub>説を例として内因的原因を話していたとき、そのあとで気候変化やその原因の地域的な違いを、期間に分けて、地質時代は矢沢さん、歴史時代は荒川さん、観測時代は高橋さんからそれぞれ意見をうかがいたいと思います。(内海氏欠席のため)まず山本さんからどうぞ。

山本：極東には極東の、ヨーロッパにはヨーロッパの気候変動があるが、これを circulation の立場から統一したいと考えこの2、3年の研究結果を午前中に発表した。世界的にみて jet stream の非常に強い場所は、極東・アメリカ大陸東部・アフリカ北部・近東で、これらの気候変動は、いまの立場から見るとよく平行している。一応平均の jet stream の変動に対応出来るのではないかと思う、ただ upper air については、10年程度の平均を考えての変動しかいえないが、観測時代でもっと長期の変動がある。たとえば朝鮮の雨量が非常に減っているとか、カナダ東部や日本の夏の気温が50~60年の上昇的長期変動を示すということなど今後の問題だ。

次に solar activity と general circulation との関係は、その間に多くの原因結果が介入しており、複雑な問題だ。UV がオゾンを生産するとか、微粒子群が大気に

何らかの energy を与えるということも考えられるが、まだわからない。ただ、10年程度の世界共通の変動は sunspot の11年の sliding mean の曲線と非常によく平行している。1600年ぐらいつこの関係はさかのぼれるように思う。一般的関係は黒点数が多いときは循環型は子午線流が卓越し南北の温度差が小さい。黒点数が少いと zonal type が卓越し、南北の温度差が大きくなる。これは1600年以後300年間一般法則として成立しているようだ。ただ最近黒点数が非常に多くなり、今の関係とは逆になり、黒点数が多いときに平均 jet の強い時期が対応している。これは日本だけの例外的な現象ではなく、アメリカ大陸やインドなどいろんなところでも成立している。

氷河の長期変動の問題は、第四紀の問題、すなわち長いタイム・スケールと結びついている。アールマンによれば、アルプスの氷河で黒点数の変動と非常によく平行している例もある。これを circulation との関係から考えると、シンプソン説と一致する。放射が氷河を左右しているという仮説で、現象的には問題だが、シンプソンは、太陽活動が活発になると南北の温度差が大きくなり、そのために circulation が活発になり雨が増し、それが氷河を養うと解釈した。私の仮説が許されるならば、南北ではなく、垂直的に温度差が大きくなり、圏界面が冷えて放射が増大すると考えられるのではないか。これは非常に重要な問題で単なる仮説で解釈できるものではないが、話題として申し上げたい。

\* Symposium on Climatic Changes.

(質疑なし)

根本：次に朝倉さんをお願いします。

朝倉：今までの考えでは、太陽活動が増えた時に南北の温度差が増えるとか減るとかっているわけだが、現象とよく合うからそう考えるわけで、それも大きな仮説です。太陽定数の変動はせいぜい0.3%程度でふつう太陽活動と考えられている気温の変動は1°C前後で、とても気候変化を量的に説明できない。では太陽活動と気象変動が無関係かという、いままでの統計的な結果では、どうしても無関係とはいえない。然し歴史的にみても、ある期間について出した結果をさらに別の期間についてやると逆の結果が出る。これを繰返して関係があるとかないかといって混乱をきたしている。

その原因は両者の途中のメカニズムをとばしてしまっていることに大きな問題があると思う。現象についてのtime scaleが10年、月、半月、日といろいろにまじっていることも大きな問題だ。太陽活動の変動は大変小さいので、平均操作をとればとる程黒点数との対応はうまくなる。逆にいえばほんの僅かの規則的な原因かも知れないが、加え算をすればそれが残るから対応が良くなるといえる。その場合、10年平均をすると1:1で対応するが、それ以外の結果は殆んどtime lagがあるという点を強調したい。たとえば月平均のような場合でも黒点数が多くなるとhigh index型とか、low index型とかいうよりはtime lagをとった方がよい。太陽活動としてK-indexをとって調べてみると、オゾン層(total オゾンの)変動との関係は6日のtime lagがある。300mb面の流れとK-indexの関係は8日位ずれる。500mb面だと10~15日、surfaceとは15~18日位ある。このように影響が上から下へずれてくるのが問題だと思う。原因を直接のheatingに求めるのではなくて、上層に原因があってそれがcirculationの変動により、下へおりてくると考えたい。

もう一つは直接のheatingを考えるよりも、何らかの原因により、アウスタウシュ係数に変化があったとすれば、それは温度変化を説明するに量的に十分であると書いたことがある。では実際にアウスタウシュに変化があるかどうかを調べてみると、K-indexが大きくなって10日位たつと500mb面の50°Nに沿う南北流の強さは1割位変化する。したがって上層に原因があり、これが下層へおりてアウスタウシュの変化となり温度変化を起こすと考える方がよいのではないか。もう一つ、太陽活動が盛んになると本当に南北流の変化が盛んになるかどうかを調べてみる。1000mbと500mb間の

平均温度のようなものに500mbの南北成分をかけ、これを大体南北の熱の出入りの量として表わし、K-indexが全体の $\frac{1}{5}$ より大きい場合と $\frac{1}{5}$ より小さい場合にわけて調べると、Kが増えた場合は10~15日後に増加を始める。K-indexが強くout burstがなかった時にcurveは逆になる。

土屋：time lagが一週間位とのお話だがもう少し長いものにはみられないか？

朝倉：黒点数とindexとの関係は2ヶ月位です。10年平均するとよくわからないが、平均しない場合、time scaleを小さくとっても大きくとっても結果に大差がみられない。

山本：K-indexをとった場合とO<sub>3</sub>やUVをとった場合で、time lagが違ってくるか？

朝倉：それはない。

山本：太陽定数の変動は僅かだが紫外部の変動は相当大きい。対流圏に入ってくる以前に吸収された部分の変動は何パーセント位か。

朝倉：測った結果はないがオゾン層の量とか重さの変化が出ればよいと思うのだが……。

根本：キーペンハウアーの“sun”という本によると、10cm位のradio waveがsun spotと実によく対応して変化している。だから目にみえる以外の部分では対応して変化しているのではないだろうか。朝倉さん、time lagのおこるメカニズムについて何かお話はありませんか。

朝倉：別に。

根本：次に杉浦さん。

杉浦：CO<sub>2</sub>ガスは波長15μ前後のところには顕著な赤外吸収帯がある。これは地球からの熱放射を吸収する上に重要である。大気中のCO<sub>2</sub>の量を300ppmとし仮に $\frac{1}{10}$ の変化があったとすると、0.2°C位の温度変化となる。0.2°Cの変動ならば、今世紀初めから現在までのCO<sub>2</sub>の変化で説明できる。地質時代の気候変化を考えてみると、石炭紀から二疊紀にかけて氷河期があり、前カンブリア紀にも氷河期があるが、これをCO<sub>2</sub>に着目して考えると、石炭紀には植物が大繁茂し、それが枯れて現在の石炭を形成したとすると、大気中のCO<sub>2</sub>が多量に地中に埋まり循環系から除かれたため、一時的にせよCO<sub>2</sub>がかなり減少し、それによる低温が予想される。又前カンブリア紀では、現在掘り出されているcarbonate rockを通じて、大気中のCO<sub>2</sub>が地下へ持去られたため、再び低温が考えられる。以上のことは古い話で事実

かどうかはわからないが、そういうことも考えられるわけです。

最近プラスは geochemical な data から大気中の  $\text{CO}_2$  の増減について循環系の内容を次のように考えている。大気圏と生物圏の間に行なわれる光合成や生物の呼吸・腐敗による  $\text{CO}_2$  の交換は  $60 \times 10^{15} \text{g/year}$ 、岩石については、岩石が風化を受けると  $\text{CO}_2$  は固定されて空気中の  $\text{CO}_2$  は減少する。逆に火山作用によって処女的な  $\text{CO}_2$  が地球内部から噴出して来る。これがバランスして  $0.1 \times 10^{15} \text{g/year}$  のオーダー。もう一つ大気と海洋との交換は  $100 \times 10^{15}$  のオーダーと見積っている。しかし、これはバランスしており net の flow を考えると 0 である。これに対し土壌から  $\text{CO}_2$  が出てくる。また化石燃料の燃焼によっても出てくるが、これらは他とバランスしていないので、大気中に残ることになる。オーダーは  $2 \times 10^{15}$  と  $6 \times 10^{15}$  である。個々の値についてはなお議論の余地はあるが全体のバランスから  $\text{CO}_2$  が蓄積されているということは事実である。しかし、その増加がプラスが指摘した個所だけのアンバランスによるものであるか否かについては疑問がある。

大気中の  $\text{CO}_2$  濃度の増減については、日変化では夜間に上昇し昼間下がるという傾向がある。年変化は春に最低夏に最高が現われる。ごく最近キーリングが赤外分光法によって詳しい  $\text{CO}_2$  濃度の測定を行ったが、それによってもこの傾向は定性的には全く同じである。キーリングはまた分析の結果を判断して、 $\text{CO}_2$  濃度の変化は biological な process に影響されていると考えた。麦畑上で  $\text{CO}_2$  の gradient を結果を測った結果もあり、地表面から  $\text{CO}_2$  が出ていることは確かである。もう一つ化石燃料の燃焼があるため、地表面の  $\text{CO}_2$  はかなり複雑である。 $\text{CO}_2$  濃度には、気象の factor も影響を及ぼすため、我々が気候の長期変動に対応させてみようとするばあい邪魔になる。しかし、南極では邪魔もないので、アメリカ側による観測結果から調べてみると、1957年から1959年の間にごく僅かながら 3ppm 程上昇している。キーリングはこれから判断して、年間上昇量 1.33ppm としているが、量については確言は出来ないと思う。しかし、 $\text{CO}_2$  が上昇しつつあることだけは、はっきりいえる。

ではその原因は何か、一説としては石炭の燃焼が考えられる。一方最近、エリクソンとウエランダーは、大気圏・生きた植物・死んだ植物・海洋の4つのグループを考え、相互間の交換の速さが、一次の化学反応の式で表現でき、しかも4つのグループ全体に含まれる  $\text{CO}_2$  の量

は一定であると仮定して、微分方程式をたて、解いて、 $\text{CO}_2$  濃度の周期変動を求めている。この場合、彼らは生存中光合成により  $\text{CO}_2$  を吸収した森林が死滅し、再び  $\text{CO}_2$  を空気中に放出するまでの時間を70年と仮定した。それを式に入れて周期を求めると700年位になる。この場合森林を考えたから700年と出てきたわけだが、これを海洋の大循環で考えてみると、南極で表面にあった海水が、その時に大気中の  $\text{CO}_2$  と交換して、大気中とほぼ等しい分圧の  $\text{CO}_2$  をもってぐる。そのままの  $\text{CO}_2$  の分圧で深海を循環し、再び表面に出るまで、数千年から1万年ぐらいかかったとすれば、一桁大きい1万~10万年という振動の周期が出てくることになる。以上の話は想像も入っているが、 $\text{CO}_2$  の立場からの話題としてお話しした。

根本：海上での観測結果はあるか？ 赤道の近くでは？ その傾向は？

杉浦：太西洋ではよく測っている。太平洋ではアメリカ側にある。赤道近くにもある。傾向は南極と似ている。南半球では均一じゃないかと思う。スウェーデンの値と比べてみても、上層ではかなり似ている。地表数百メートル以下では、森林などの影響で gradient が大きいから理想的に言えば上層の値で長期変動を見ればいいわけだ。

朝倉：大気と海水の  $\text{CO}_2$  の交換には、どの位時間がかかるか？

杉浦：大気中の  $\text{CO}_2$  の滞留時間は、海洋に入るまで約10年という結果が出ている。

土屋：気団や大循環型によって  $\text{CO}_2$  の役割がちがってくるという人がいるが？

杉浦：大きな熱経済の立場から考えれば、地表付近の若干の変動は問題にならないといえるのではないか。だから逆にいえば、 $\text{CO}_2$  濃度の値を利用する際には、地点の選定やデーターの吟味が必要となるのではないだろうか。

根本：今までの話題提供者のお話に関連させながら、地質時代の気候変動について、矢沢さんから。

矢沢：全世界的規模で気候変動を考える場合には、北半球の変動と南半球の変動に対応があるかどうかの問題となる。例をアンデスにとって考えてみると、現在からさかのぼって、非常に風蝕の盛んな時代があり、その前に比較的短かかったと考えられる中間の時代があり、さらにもう一つ前に、また風蝕の盛んな時代があったと考えられる。その三つ前の風蝕の盛んな時代が、アルマンなどが北欧で指摘している climatic optimum の後に対応するものかどうかの問題になる。仮説として

は、対応するのではないかと考えられているが……。さきほど山本さんは世界的規模での問題を jet の推移と関連させて考えた。太陽活動に関連させる立場もある。そのばあい、気候変動がどのような範囲におこるかをはっきりさせておくことも必要だ。また北半球の氷期と南半球の氷期の対比を明確にしたという例をまだ聞かない。この辺が地質時代の変動を考える一つの問題点だろうと考える。

山本：南半球について、先程の方法で一部仕事をしたところ、サウス・オルクニーの地上の気温の変動は、まったく同じ型をしている。upper air の data は手に入らないが、ロッキー山脈にアンデス山脈を対応させて考えると同じ型となり、ほぼ南北同じことがいわれるのではないだろうか。

根本：南極の気候永年変化は北半球と比べてどうか？

矢沢：南極についてはデータが得られないので、よくわからないが……。ボリビアのエスコバルによると、チリからアルゼンチンの一部にかけての乾燥地帯に降った歴史的な大雨のメカニズムが南極方面からの寒波に伴って起こる現象だと説明している。彼はこれを基にして間接的に降水の変動を通して、寒波の out break の消長を推定出来るのではないかと知っている。これ以上はわからない。

今村：南北半球の対比は不十分だがというが、具体的にいうとどういうことか、大きな点ではくいちがわないと思うが。

矢沢：例が違うのだが、低緯度の高山地帯の植物が、たとえばトロールの考えでは、アジア濠州大陸と中米を中心としたアメリカの低緯度地帯との間に類似性があるという。とくに両者の高い所では寒地性植物、つまり針葉樹の類やカシワの類がある。彼の言葉を借りると klimatische Vegetation の類似が高いことから、両者の気候的な類似を推定しているのだが、その分布がちょうど南の限界と北の限界とが mix している。より高緯度地方に Heimat をもつ植物が、氷期の到来につれて、ちょうどその前に発現した第三紀の褶曲山脈を通して、伝ばんし拡がったと考えている。アフリカやオーストラリア大陸では、より高緯度地方から virgin land への伝ばんがき薄である。その理由は伝わってゆく土地がなかったためと彼は考えている。これから考えるとトロールは南と北の対応する例を考えているのではないかと私は考えている。

今村：もう一つ、赤道付近で氷河のあった時代に海面

付近にはどんな植物が生えていたのだろうか？ 気候はそれ程寒くはなかったらしいのだが、その時に雪線が非常に低下したとすると垂直的気温傾度がひどく大きなものとなり、考えられなくなるのだが？

土屋：深海底の分析の結果では、氷期に入ってから数十回海水の表面温度が下がっているようだ、熱帯の気温が海水の表面温度とパラレルだと考え、高山に相当した気温の変動が海面でもあったと考えれば、傾度はそれ程大きくなるなくてもよいのではないか、高山地帯の植物が下ってきて化石として保存されたということはないだろうか？

今村：植物自体が出たという話は知らないが、もしそうならいづれにせよ氷河の影響を受けた地層をはさんでくる。

山本：熱帯の雪線の低下は普通 1,000m 位と考えられているが、減率が今と同じだとすれば 4~5°C 全体的に低下したことになる。たとえばカリブ海の深海底泥から気温の低下を考えると 5°C 位となり話が合う。

根本：地質時代の話はいろいろあると思うが……。次に、歴史時代について、荒川さんどうぞ。

荒川：昭和28年の凶作の後、農林省から頼まれて、気候変化に興味をもったことがあるが、この時、京都の桜、初雪、初積雪などいろいろ調べた。大体の傾向として、戦国時代は今より寒かったらしい、その前の平安時代は戦国時代よりも暖かかったらしい、という結論に達した。凶作の頻度からみると、やはり戦国時代は寒かったようだ。もちろん、凶作には戦争等の人為的影響もあると思われるが……。もっと小さなもの、たとえば little ice age などについては、北半球一様かどうかはわからないが、歴史時代の大きな波は、一様じゃないかと思う。以前に日本全国の測候所の資料から調べて気温は開設以来上昇傾向にあることを述べた。昭和30年には、年雨量の長期変動を調べたが、その時は戦後日本では雨が多くなっているという結論に達した。その後夏の雨だけについて調べたが、これは最近だんだん減少しているように思う。

矢沢：歴史時代の資料を取り扱う場合、気候変動以外の人間的なものの影響をどのように考えたらいいのか？ たとえば、諏訪湖の御神渡を考える場合、最近では温泉が増えているが……。

荒川：諏訪湖の場合500年の間に何らかの環境の変化が考えられるということだが、今の温泉が増えたというのは大正時代頃からで、500年という長い間に比べて短

いから大体の傾向はあのようになった。御神渡りの資料については、書体が揃っていることや結氷から御神渡までの日数が一定していることなどから、一部の資料については出所に疑問があるようだ。古文書があるといっても全面的に信頼できないことは確かだ。

土屋：古文書の場合で風向について記録したものはないか？

荒川：最近見たのでは、日光山の僧侶がつけた当直日記に、天気・地震・雨がかいてある。200年続いており、7～8冊の日光叢書という本になっている。この日記は100年分ぐらい複製されている。

山本：徳川幕府の天文方の霊憲候簿はどうか？

荒川：霊憲候簿は内閣文庫にあり、これを統計したデータベースが、研究時報に出ている。

根本：以前に、藤原先生が、吾宗が雨量観測をしたと書かれたが、その記録は残っているだろうか？

荒川：記録はないだろう何か昔の随筆にあるらしい。

根本：戦国時代の寒さの様子については、

荒川：桜の開花が1週間位おそかった。

根本：最近の雨量についてだが、大雨がドカッと降るとそれが統計に効いてくるが、この点についてはどうだろう。

荒川：……夏の雨は減っているのではないか、中国で昨年大凶作があったがこれもそのせいではなかろうか。

根本：気候変動の周期についてはどうでしょうか。高橋さん、これから先どうなるか……。

高橋：まず気候変化とは一体何だろうか。諸要素の時間的変化を時間のスペクトルのようなものにわけて考えてみると、いろいろな周期がまじっていると考えられる。アトランダムでもそうなるが、振巾が一樣になる筈だ。ところが実際に調べてみると、短周期の振巾は一般に小さく、長周期は一般に長い。何年かのはっきりした周期もあるようだ。このばあいどれが気候であるかが問題となる。WMOの平年値では、現在ではこれを30年と定義している。つぎに空間的 scale については、例えば毎日の気温や気圧の変化を調べてみると、狭い scale では(+)があれば(-)があるというふうになるが、大きな scale をとると、北半球全体では0に近くなり気候変化は無くなる。だから場所を決めるとか、適当な time scale を考えないと意味がなくなるのではないだろうか。

次は原因についてだが、たとえば気候変化を general circulation と結びつけて考えると、原理的には南風が吹けば当然気温は上り、北風なら下る。そうすると気温

上昇を南風におきかえて一応の説明はつくしこれが原因だと考えることもできる。しかし原因の考え方が大きな問題となる。午前中紹介された気候変化の原因についての諸説の良し悪しは簡単には言い切れない。私の考えではむしろいろいろな原因が考えられると思う。time scale によってどの factor が本当かがまた違ってくると思う。最近2～300年ぐらいを考えた場合、その大もとはやはり太陽活動の影響だと思う。これはいろいろな報告をみても、関係が平行してみられる。それに関して、太陽活動が活発になるとだいたい南北の交換が盛んになる。もう一つは日射が増えて少し遅れて日本付近の低気圧発生数が増えている。これもその証明になると思う。その他に海洋が大きな影響をもってくる。海洋は熱容量が大きいので、変化をなだらかにする作用をし、気候変化の持続性をメカニズムに加えている。今年と昨年は勿論ちがう、しかし非常に似ている。これは海洋の影響である。

次に太陽活動が効くと云っても、そのメカニズムが難しい。常識的には気候変動は太陽活動とは結びつかない。それにもかかわらず影響があるというのは、小さな原因を大きくあらわす機構を考えなくてはならない。一つの原因は氷晶核で、これが増えると雨が増す。もう一つはシンプソンの説だが極の氷がふえると反射がふえる。したがって氷の area が増せばさらに温度を下げ、いわば地球上のその部分をも不安定化してくる、そんなことが効いてくる可能性があるように考えられる。

根本：いろいろな問題があったが、まず気候の定義から……、気候変化をどう考えるか。

高橋：一応30年と定義してその変化が気候変化であると考えていゝと思う。

長尾：WMOの定義では30年だが人によって違うのじゃないか。

高橋：それと関連して、気候がアトランダムに変わるものと考えると、長い期間には相当低い値も考えられる。すると過去にそういう記録があっても、それを気候変化ということがができるかという疑問が生じてくる、もちろん気候に持続性があることは認めるが……。

長尾：杉浦さんのお話で、CO<sub>2</sub>の cycle が1万年ぐらいのことだが、深海で温度は変わらないものだろうか。

杉浦：現在では違わない。地質時代の変化を考えると違う。たとえば日本海溝の5～6,000mの深海の水を考えると、過去何年かのうちの一番比重の大きい水が入り

こんでいるわけで、これ以上の水が来ない限り入れ換らない。これなんか過去において、そういう冷たい水があったという気候変化の証拠である。そこで滞っている水と循環している水を  $C_{14}$  で測ろうと考えているわけだ。

長尾：循環している水とそうでないものとの比率は？

杉浦：循環している水が圧倒的に多い。

根本：原因の考え方が、原因を推論する仕方に、絵に書いて考えて、そういう観かたができるという方法と、synoptic にメカニズムまで考えさらに物理的に考えた原因とを区別する必要がある。グラフをかえて考えただけでは、そう考えない人もいるかもしれないし、説明としては不十分ではないか。

山本：長い間平行するという事は、そこに何かメカニズムを考えなくては起りにくいわけで、すると何か関連があると見た方がよい。

根本：何か関係があるといったけれど、それだけでは原因はわからないのではないか、関係がわかって初めて原因がわかる。経験的な学問はそういうことが多いが……。

朝倉：結局原因の内容だ。気候の変動を synoptic 説で原因のように提起するのはおかしいと思う。

山本：統一的に説明出来るものをつかむのは原因に近く一歩ではないかと考えている。

高橋：原因とは、一般に時間的に先に出るもの考えた方がいい。

根本：原因がわかったという場合には、気象科学の法則で、演繹的に説明できる場合に、本当の意味の原因と考えられるというような……。

高橋：私は太陽活動を原因と考える一つの理由は、他の影響をうけずに、独自の変化をしていると思われる太陽の変化と、地球の現象との間に平行性があるから、そこに何か関係があると考えている。

土屋：太陽だけが原因だと考えると何回もの氷河時代、さらにそれらの sub stage までの変化を説明できない。シンプソン説でも実際と矛盾する点がある。太陽は熱源には違いないが、むしろ大きな気候変化を考えた場合、太陽は一定と考えることもできるのではないか。

高橋：太陽活動というとき、二つの意味がある。一つは太陽定数で、これは変化していないというのが最近の定説だし、熱の出入だけで気候変化がおきるということには、私は否定的だ、もう一つは short wave や UV で、これは肯定できる。また energy が小さいので、それが直接気候変化の原因となり得るかどうかには問題は

あるが、太陽活動の変化自体で実際の気候変化を全部説明できるかどうかは問題が別で、その間にいろいろなメカニズムを考えなくてはならない。たとえば、氷河時代には大陸の移動を考えなくてはならないかもしれないし、それを否定するわけではない。最近2~300年の変動をみると、非常に平行性が高いので primary factor は太陽ではないかと思う。

土屋：現在の変化では、太陽が primary factor だということか？

高橋：そこが問題で……、媒介となっている大循環や海洋の影響がきいていないというのではない。

長尾：今村さんの話に関連して…… lapse rate は不変なものと考えているが、近頃計算してみると乾燥地域では lapse rate が大きいことがわかったので、昔の熱帯と今の熱帯で天気の状態がかなりちがっていたと考えれば、多少のちがいは起こり得ないことではない。

高橋：気候変化の研究の進め方は、従来は実態をつかもうとしていた。別な方向として、仮説をたてて、一種の数値実験を試みたいと思う、例えばシンプソンの説にしても、氷が覆っていたとして、そのような状態が存在し得るものかどうかという点など……。

根本：予定の議論は、ほぼ終わったが free discussion として今まで発言のなかった方どうぞ。

水越：最近300年ぐらいを考えて、周期の長短で偏差域の現われ方がちがうかどうか伺いたい。

高橋：周期の長さにより、(+)と(-)の現われ方がちがうようだ。一方共通した点もある。両方あるのじゃないか。

水越：類似性があるとすれば、原因としても同じことを考えるのか。

高橋：地質時代はよくわからないが、観測記録のある範囲では、大きな面では類似性があると思う。

樫根：数値実験に関連しての質問だが……、地質学上判明した事実や、地球上で起こり得る温度範囲など、いろんな条件からたとえば地球表面上の氷河期の気候状態が復元できた場合、逆にそれをもとにして、現在わかっている気象学的知識を使って、大循環の型なり、さらにその原因なりを調べてゆく方法が数値実験として可能かどうか？

朝倉：実験としてなら可能だと思う。極端なばあい、たとえば赤道で  $100^{\circ}\text{C}$ 、 $30^{\circ}\text{N}$  で  $0^{\circ}\text{C}$  とか条件を与えて、大気の流れをありうるものかどうか調べればいいわけだ。

榎根：そうして、そういうことを繰返しながら考えを進めてゆけないものかと思うのだが。

朝倉：両方がぶつかったところに原因を求めようという意味か。

榎根：見かけ上の原因でもいいから……というのは、たとえ仮説をたてても仮説の中に含まれている誤差の範囲もかなり大きい、場合によってはその判定もつかない。そういう前提での議論はできるが、それ以上に進んでどこまでが原因でどこからが結果か言いきることはできない。これは気候変化にいつでもつきまとう問題だが、やり方の上で何かいい方法がないかと思って……。

朝倉：賛成だ、高橋さんのものに類した意見だったと思う。仮説により論理的に一貫して説明できたとしても、仮説に実在性があるか否かは非常に問題だ。それを実験的にありうるものかどうか調べることが最も欠けている点だと思う。

根本：話はちがうが、インドのボンビィが観測上の事実と理論の有効寿命を統計したところ、観測事実のほうが寿命が長いことが判った。理論はどんどん変えられる。しかし真実に近づく早さは理論のほうが早い。つまり観測事実は一たび結果がでると、それを疑ってやり直すことをなかなかやらないからだろう。たくさんの科学の

例から、統計的にみて観測事実の有効期間は平均20年だそうである。

気候変化は問題が多面に渡っており、ここでシンポジウムとしての結論をだすわけにはゆかないが、問題点はいろいろ指摘された。今後の研究の発展を期して閉会としたいと思う。

以上がシンポジウムでの諸氏の発言のあらましである。内容に不明確な点があれば筆者の不勉強のためである。テープレコーダーからの速記は東京教育大学学生、深石一夫・立石由己両君にお願いした、心からお礼申しあげる。なお文中の敬称はすべて“さん”とした。礼を失する点があったらお許しいただきたい。(榎根勇記)

なお発言者のうち例記以下の諸氏の所属は次の通りである。

根本 順吉	(長期予報)
朝倉 正	(長期予報)
杉浦 吉雄	(研究所)
今村 学郎	
高橋 浩一郎	(長期予報)
水越 允治	(三重大)
榎根 勇	(東京教育大)

発言順

## 気象の英語 (42)

### 45. “この”を表わす英語

“この”は this で、“あの”は that だと云うことは英語を習い初めたとき、まっ先に教わることである。ところが、日本語で“この”といっても、前に出て来た抽象的な事柄を指すときは this を使わないのが普通である。では何であらわすかという、that (または that + 名詞) か the + 名詞を使う。(注: 前に出て来た 2 つの名詞を指す場合、“前者”を that, “後者”を this で表わすことがある。)

シェルハーグ (1952) が成層圏における急激な気温上昇について報告して以来、多くの学者がこの問題と取り組むようになった。

という場合の“この”は普通 this では表わさない。“この問題”は the problem (または that problem) である。つまり

= Since Scherhag's report on the explosive

stratospheric warming many meteorologists have come to grips with **the** problem.

具体的なものを指示する時は、this も使われるが、this はこれから述べることを指す時に用いられることが多い。たとえば

**This** Chapter contains a theoretical discussion of the oscillations excited in a rotating atmosphere by gravitational action. (M.V. Wilkes) で、this chapter というのは、“これから述べるこの章”という気持である。

また、“この”と指したら、それではっきりしてしまうから、限定的修飾語を更につけるとおかしい。“この問題の逆転”を this inversion in question と云うのは不自然である。the inversion in question で十分はっきりしているからである。this remarkable inversion などという表現については、remarkable は限定的に使われた修飾語ではないから、この限りではない。(有住)