

最近の異常気象と地球温暖化（6・9・17）

山元 龍三郎（昭23・理）

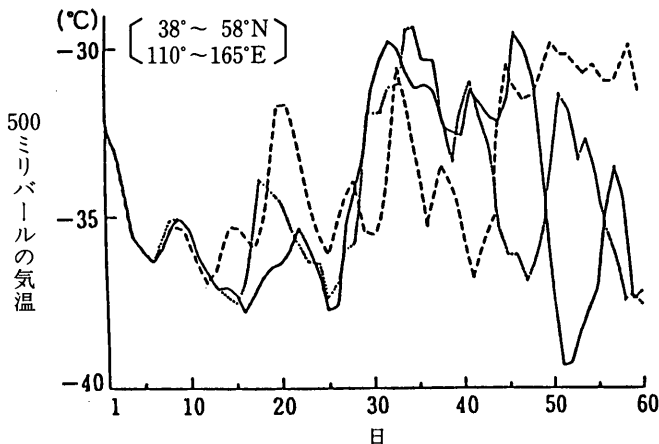
「最近の異常気象と、地球温暖化」という表題でお話したいと思います。とりあえず今年の夏を去年の冷夏と対比することからお話を始めて、最後に地球温暖化との関連や問題点をお話させて頂きたいと思えます。

今年の猛暑に関しては新聞などの詳しい報道がありますので、繰り返すつもりはありませんが、注目すべきことだけを簡単に述べておきたいと思えます。京都の夏の日最高気温や日最低気温がどういふふうに変化してきたかを、一八八一年以来の観測データで調べてみて気付くことは、日最高気温と日最低気温の変化の違いです。日最高気温では、冷夏の昨年と猛暑の今年を比較しますと、摂氏七度もの差がありますが、日最低気温の二年間の差は約半分に過ぎません。平年と著しく違った状況が一カ月以上続く場合を「異常気象」と呼んでおりますが、夏の異常気象の様子は日最高気温のデータに敏感に現れると言えます。

気象庁は長期予報を出しておりますが、昨年の冷夏も今年の猛暑もその予報は当りませんでした。気象庁は勿論国家机关でございますから、国民の税金で給料もらっている予報官は何をしてるのだと思われる方もあるかと想像します。いかに長期予報が難かしいかという話をいたします。気象庁の予報官の言い訳けを代弁する事になりますが、これは日本の気象庁の予報官だけのかかえている問題ではなくって、全世界の気象予報にたざさわっている人達の問題でございます。

その問題点を指摘しましたのは、三年前に稲盛財団が設立しております京都賞の基礎科学部門で受賞致しましたマサチューセッツ工科大学の名誉教授のエドワード・ロレンツ先生です。先生がはっきりさせたのがバタフライ効果と呼ばれていることであります。空気の動きや天気の変化は物理現象であって、物理法則によって変化するのであります。決して雷神、風神の腹の虫の居所で変わるものではありません。物理法則を式で現わして、コンピューターで計算することで明日、明後日の状況を予測するのが数値予報でございます。

その様な計算をする為には現在の地球全体の状況を知る必要があります。そのために国連所属の世界気象機関と呼ばれる所で調整を致しまして、全世界の気象観測データが専用回線で通報されます。それを使って天気計算をする訳でございます。ところが太平洋のど真中は観測点がございます。それなので、気象衛星のデータを使ってなるべく実際に近い値として計算に用いるのですが、完全に正確なものではありません。そういう意味ではある程度の誤差はやむをえないのが実情で



図一 1 日本の北方上空の気温に関して、1月1日の観測データを出発点として、1日後、2日後、3日後、4日後……60日までの値を予報した結果。1月1日の値に、観測誤差と同程度の差異を与えた場合の3例を、実線・破線および点線で区別して示している。

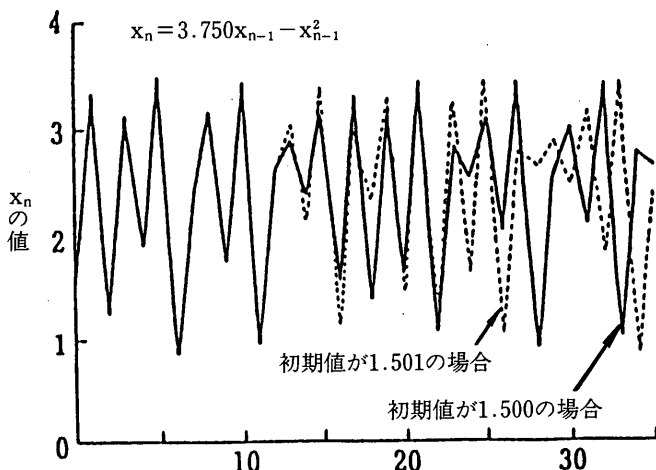
す。

図一1の図には実線と破線と点線の三つのカーブがあります。一月一日の観測データを出発点として、順々にコンピュータで計算して一月二日、三日と、60日後までの計算をした結果が図1でございませう。ところで、一月一日のデータと言っても、先程申しましたように若干の誤差はまぬがれませう。ごくわずかのずれがあると言ふ事で計算した結果がこの三本の線です。御覧いただくと明らかのように12日頃迄はこの三例の結果はほとんど識別出来ないぐらい一致しております。それ以後は突如

として三つの間の不一致が大きくなります。これがバタフライ効果とアメリカの学者が名前を付けた事であります。

アマゾンのジャングルに生息する一羽の蝶々が葉っぱの上で羽を休めているか、それとも飛び上って羽をばたばたさせておるかという、地球全体から言えば、ごくわずかな差異がアメリカの竜巻が起るか起らないかの違いの原因になります。バタフライの飛ぶか飛ばないかというごくわずかな差異が、大きな変化をもたらすんだということで、バタフライ効果と呼んでおる訳です。このような初期値のごくわずかな差異は大体二週間位までの予報結果にはあまり影響しないけれども、それ以後では大きい差異をもたらすのです。ですからこういう状態ですと、予報官はどのカーブを採用して予報していいのかわからないという意味で予報は大体二週間位までが可能であって、それ以後は事実上予報不可能と言わざるを得ないのです。この事はエドワード・ロレンスさんが決定論的カオスという理論から指摘したものです。

カオスについて詳しくお話するつもりはありませんが、ロレンスさんが解説用に示しているのが図12であります。これは気象とは全然無関係な数式です。図12の上に書いてある式により計算するのです。はじめに n のゼロの場合の X_n の値を一・五とします。この値を出発点として、次に n の1の場合を計算します。 n の2の場合、3の場合と順々に計算を進めて行った結果が実線です。 n のゼロの場合の値を一・五〇一とした計算結果が破線です。この場合も n の値が12



図—2 2次の漸化式 $x_n = 3.750x_{n-1} - x_{n-1}^2$ により、種々の n に対する x_n の値を計算した結果。出発点の $n=0$ での値を、1.500または1.501とした場合の値を、それぞれ実線と点線で示している。

13位までは両者非常によく一致しています。ところがそれ以後は点線と実線のづれが大きくなっていきます。このづれは実は上の式の x^2 が悪さをしているから起ったのです。これが x^2 でなく x であればこういう事は起らないのです。 x^2 といういわば線形でない非線形の性質が原因でこういう事が起るのでございます。この様な非線形的なからみあいには空気の動き、状態変化では絶えず起っておるのでやむをえない事です。

日頃テレビの気象情報で週間予報が報道されております。理想的に事が進んだとしても予報の可能

性は10日間か或は二週間位までですから、遠慮しながら一週間の予報が出されておるといふ事でございます。

こういう風にお話ししますと、それにしても気象庁は一ヶ月や三ヶ月予報を出しているが、国民の税金を使って出来ない予報を出来たかのように発表して世の中を惑わしているのではないかという電話がかかってくるそうです。いずれにしましてもこういう様な予報の可能性に限界があるのは日本の気象庁だけではなく、全世界の問題でございます。

長期予報の確立の為に色々研究者は努力しておるのです。さしあたってはどういう方法があるのでしょうか。例えば気象情報の解説の時に、10年前に、今年の冬と同じ様な状況だったからこれからの、次の冬は10年前の例に従って、前と同じ様な経過をたどるだろうと述べる場合があります。ました。こういう類推は専門的には類似法と言います。これはあくまで類似の話でありまして、完全にアイデンティカル(同一の状況)じゃないのです。そういう意味では類似法は駄目です。その理由はバタフライ効果であります。ごくわずかでも差があるという類似法は当にならないのです。そうだとすい大きい差異をもたらすということでございますので類似法は当にならないのです。そうだとするとどうすればよいかという事でございます。ある地域の天候をもたらしますのに、言わば急所と言ってよい物が今まで見つかっております。

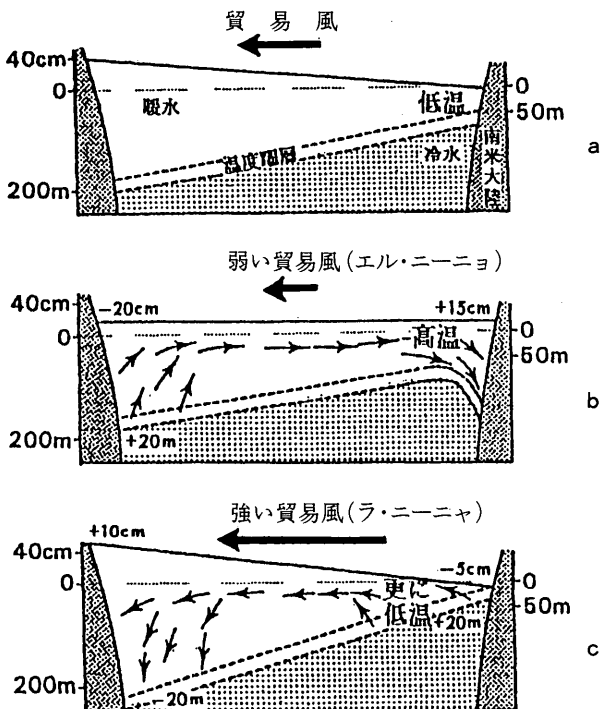
一つはエル・ニーニョです。エル・ニーニョは、東部熱帯太平洋のペルー沖の海面水温が異常

に高くなる現象です。日頃は、比較的冷たい海域なのですが、どうかすると年末頃に水温が高くなります。

北部ペルーの太平洋岸での数十年來の観測データを調べてみますと、三、六年の間隔でエル・ニーニョが発生しています。エル・ニーニョの際に、数千キロも離れた南半球の二か所の気圧が独特の変化をします。オーストラリアの北部のダーウィンとタヒチ島の気圧について調べると、エル・ニーニョが発生すると、ほとんど例外なしにダーウィンで気圧が上昇してタヒチで低下するのです。このような気圧分布の変化は、「南方振動」と呼んでいます。この気圧変化は地域によって異常気象を引き起こしますから、大きい関心が寄せられています。

この現象は、一九三〇年代に見られたものです。当時、イギリスはインドの宗主国として、インドの干ばつ・洪水などに関する長期予報を成功させようとして、優秀な気象学者をインドに派遣し、種々調査させました。その結果、エル・ニーニョと南方振動との関連が判明したのでした。高い水温の海面は空気を加熱するので、水温変化によって気象が影響されることは、容易に納得できることです。

エル・ニーニョという現象のメカニズムを説明しようとしたのが図一三です。これは南米のペルーから西の方へ太平洋をよこぎってインドネシアまで東西鉛直方向に切った断面図でございます。



図—3 熱帯太平洋の東西・鉛直断面で示したエル・ニーニョの概念図。ふつう、東風の貿易風が海水を東から西へ引きずっていくので、南米大陸の沖合では、深層から低温の海水が湧き上がる。その結果、南米の西岸沖は、通常、海面水温は低温である(a)。一方、貿易風が例年よりも弱い場合や西風の場合には、海水はインドネシア付近から南米沖までもどる。その道程での強い日射による加熱のために南米沖の海面水温が高くなる。これがエル・ニーニョである(b)。貿易風が著しく強い場合には、ペルー沖でふつうよりも低温の海面水温が出現するが、この現象はラ・ニーニャと呼ばれている(c)。

さて、太平洋上では普通東から西へ貿易風と呼ばれる風が吹いております。貿易風という言葉は日本語だけではなくて、国際的にもトレード・ウインドと呼ばれるしております。貿易風は定常的に北東の風が吹いておるものでございますので、昔帆船で航行するのにこの風を船乗りが利用したので貿易風と呼ばれております。北半球では北東の貿易風、北東から南西に吹く風でありますけれども、そのような風は南米の方からインドネシアの方へ吹いておる訳です。当然その風は海水を引きずります。南米の海岸から海水を西の方へ引きずりますが、南米は陸地で限られていまずので、引き去られた水をおぎなうために下の冷たい海水が沸き上っていて、南米沖、ペルー沖は温度の低い水でうまっておるのがふつうです。ところが貿易風が弱く極端な場合は西風が吹くようになることがあります。そういう場合には、今まで東から西へ引きずられていた海水が逆に西から東へ戻ります。長い距離を進む間、熱帯の強い日射で暖められますので、暖められた海水がペルー沖に集まります。これがエル・ニーニョでございます。

この様にお話しますと、空気の方の作用で海面温度が高くなり海洋が変化します。ところが一たん海洋の変化すなわち海面水温が高くなるという変化が起ると、先程申し上げました様に、タヒチとダーウィンの間の気圧分布が変ってくるのです。空気の影響が海に及びそして海の変化が別の形で空気に影響するのです。その結果インドネシアでは干ばつが起るとか、インドでも雨の降り方が変るといふ事が起ります。

それでは日本の場合はどうかと言いますと、実は残念ながらこのエル・ニーニョの影響は日本ではあまり顕著に現われないのです。エル・ニーニョの時には大体気象庁の予報官は例年に比べて夏の温度が低く冷夏だと述べるのです。今迄のデータを調べてみますと、冷夏が起るのはエル・ニーニョの場合の50%であつて、残りの50%はたとえエル・ニーニョが起つても平年並か或は逆に温度が高くなつています。極めてあまいな状況だといわざるをえないのです。しかし予報官にとってはわらをもつかむ思いでエル・ニーニョが起つたか起らないかという事に関心を持つてゐる訳です。

本日お見えの方の中にはアフリカで非常に大きい被害を与えた干ばつが起つた事をご存知の方も多いかと思ひます。サハラ砂漠というのが北緯30度附近にございますが、その南のふちはサヘル地方と申してゐます。アフリカの半乾燥地帯の雨が、一九六〇年代から全然降らないで、大きい被害を生じておるのです。どうしてそういう事が起つたのでしょうか。アフリカの人口増に伴つて家畜が増え、家畜の過剰放牧でそういう事が起つたんだという説を出した人がおります。その説を出した人は気象学の他の分野で非常に立派な研究をした方でございますので、この考えが注目されたのでございます。日射が地面を照らしますが、その際少し緑がありますと日射の一部は吸収され残りが反射します。ところが家畜の過剰放牧で根こそぎ緑がくわれてしまつた状態では、砂漠のような条件になります。砂漠に近い状態になりますと当然日射を沢山反射しますので、

緑が残っている頃に比べると砂漠では日射をあまり吸収しない事になります。そうなると温度が下ります。こういう話をしますと砂漠は暑いのにきまっています、草が生えている緑の所は涼しいと思われる方も多いかと思われます。それは昼間の話でありまして、夜砂漠はぐんと冷えまして、朝・昼・晩を通して見ますと、緑が残っている間に比べると過剰放牧で緑がなくなってしまった場合には温度が低下します。温度が下がりますと高気圧が出来ますので、たとえ雲が一時的にあつたとしましても高気圧の為に雲が消えてしまします。一九六〇年代のこのサヘル地方の大干ばつも、人口の増加に伴う家畜の過剰放牧が原因だという説が出ておつた訳でございます。しかしその後色々調べましたところ、どうもこの考えを支持出来ないという証拠も出てまいりました。

現在のところ、サヘルの大干ばつの原因について、大西洋の海面水温の南北両半球のコントラストが最も有力です。サヘル地方は今世紀始め以降に数回の大干ばつを経験してきましたが、干ばつの時期には、北半球に比べて南半球の水温が明らかに高いことが、英国気象局の研究で判つてきました。エル・ニーニョとは異なる海洋の変化が、アフリカ中部の降雨に大きく影響しているの、世界的にも注目されています。

二つの現象が密接に関連しているもう一つの実例は、ユーラシア大陸の冬の積雪面積とインドのモンスーンの降雨量との関連です。前にも申しましたように、インドにとってはモンスーンの降雨量の変化は、国としても大きい関心事であります、その長期予報確立に寄与する研究を、

インド出身の学者が発表しました。おおよそ北緯五十度よりも南のユーラシア大陸の冬の積雪面積が例年よりも広い時には、約半年後のモンスーン時のインドでは、例年以下の降雨量となるのです。積雪は、太陽からの日射を効率的に反射させたり、雪の蒸発にともなう潜熱の吸収などを通して、当然気象に影響しているはずであります。大きく注目されたこの成果を基礎とした研究が、国際協力で進められようとしています。

地球上の雪の面積は勿論人工衛星でわかります。実はテレビの気象衛星の画面をご覧になります。場合に雲があれば白く見えます。地球にふりそそぐ日射が雲の表面で反射するので、宇宙から見ると白く見えるのです。雪氷の場合も反射するから白く見えますので雪氷と雲の区別をする必要があります。どうするかといいますと、実は五日間通して同じ様な観測をします。雪は動かないのに対して雲はたえず動くのです。五日間見まして、絶えず変化し動いているのは雲であり、じっとしているのが雪氷だと判断します。こういうようにしますと比較的簡単に地球全体の積雪面積が分るのです。そういうデータを使ってインドの雨量との関係を調べますと、若干の不一致やずれはありますけれどもかなり良い対応を示しています。これをきっかけに、日本の科学者もヒマラヤ・チベット高原に限定して雪の面積や動向を調べて、インドのモンスーンとの関係、或は日本南方海上の海の温度との関係を調べて何かの手がかりが得られそうだと考えました。今年の猛暑に関連しましたが、そういう研究の紹介がNHKのテレビでもございましたが、まだかな

りの調査を必要とする段階でございますので、直ちに予報に使う所まで行っておりません。近い将来なんとか予報をある程度信用のおける所まで持って行けるだろうと期待しています。バタフライ効果という予報の限界がありますけれども、エル・ニーニョとか、南北大西洋の温度差とか、積雪面積の変化等を手がかりに季節予報等がある程度信用おけるとこまで行けそうだと期待しております。

いままでは、異常気象とそのメカニズムに焦点を当てて、お話をしてきました。次に、気象条件が数十年間に徐々に変化する気候変動に話題を移します。「地球温暖化」も気候変動の一つです。先に、日最高気温の推移は冷夏の年・猛暑の年の識別に良い指標だと申しました。西日本全体の日最高気温の状況を見ますと、一九六〇年代以降、日最高気温の寒暖の振幅が大きくなってきているのに気付きます。これについては、まだ答えが出ておりません。

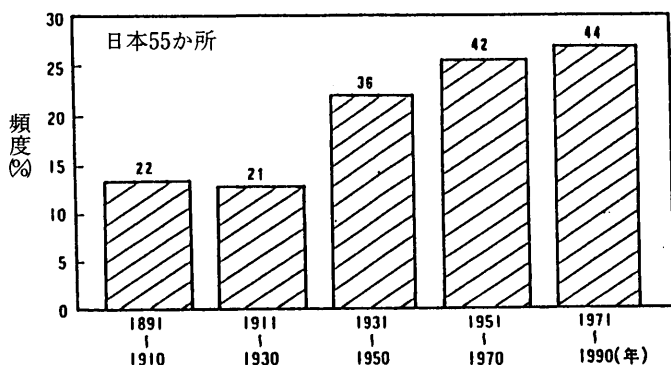
気象の変化が年代と共に激しくなってきたことを示す事実が、米国の海洋大気庁のデータにより示されています。米国に襲来するハリケーンは、台風の兄弟分であり、台風と同様またはそれ以上の大災害を引き起こしています。ハリケーン襲来時の強風のうち、年間の最大値について、米国海洋大気庁の観測データにより過去一〇〇年間の推移が調べられました。

一つのハリケーンがやってきた場合に数十か所の気象観測所で強風を観測しますが、その際の最大強風の値に注目します。また、複数のハリケーンが襲来した年には、やはり、年内に観測さ

れた多数のデータの最大強風値を取り上げます。過去一〇〇年間のこのようなデータの推移を見ますと、一九世紀の終わり頃は平均毎秒五〇メートルでしたが、最近では六五メートルとなっているのです。

台風やハリケーンなどの熱帯性低気圧は、海面水温が摂氏二十六度以上の海域でしか発生しないことが知られていますから、海面水温の変化が上述のハリケーンなどの熱帯性低気圧の動向に長期的な変化をもたらしている可能性が強いのです。しかし、結論的なことは今後の研究にまたざるをえません。

次に図4ですが、横軸は一八九一年から最近までの年代でございしますが、それぞれ20年で区切っており、その20年間で日本の測候所・気象台で記録を更新する様な強い雨がいつ降ったかという頻度分布を示しています。集中豪雨が十日程前大阪空港附近を襲いましたが、集中豪雨はゲリラ的に起るもので、暖い時期に限られています。時間的にも短く、空間的にも狭い範囲で起ります。現象の長期的なトレンドを見る為に日本全体で記録を更新する様なひどい雨がいつ降ったかを五五か所の気象台のデータで調べたものが図4です。もしも集中豪雨の激しさが年代に関係なく一定だとすれば、それぞれの20年におよそ20%位の確率で起るだろうと考えられます。ところが実際には百年程前は十数%だし、最近ではその倍に近い回数が起っています。言わば記録を更新する様な雨が最近は特に頻繁に降っておるのです。この様な長期的な変化のトレンドはどう



図一 4 気象庁所属の55か所の気象台・測候所で、日降水量の観測開始以来の最大記録（第1位・第2位および第3位）が観測された時期の年代別頻度分布（%）。棒の上の数字は、実際回数。集中豪雨の激しさが年代と共に増加してきたことを示している。

も実際に起っているようです。これは日本の観測データを処理した結果であり、すけれども、アメリカのデータについても同じ様な結果が得られています。この様な激しく短時間に起る現象が時代と共に激しくなっております。

この様な問題を確かめようとしてスーパーコンピュータを使った研究がなされようとしております。しかし現在の計算技術や学問の段階ではこの様な短時間、局地的な現象のトレンドについてはまだ確かな結果を得られる段階でないという事で、今後の課題であります。

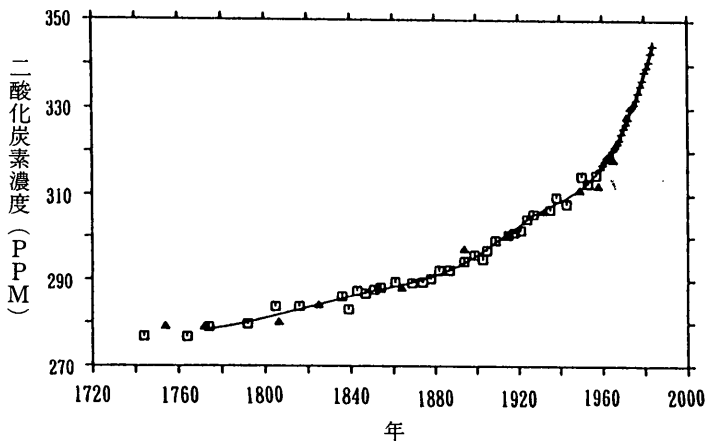
この様な長期的な変動をもたらしている有力な原因の候補は、炭酸ガスの増加による地球温暖化ではなからうかと考え

られています。長期的な気候変動をもたらす要因として、例えば火山噴火を考える人がございます。火山噴火は、例えば雲仙の普賢岳、或は桜島のように頻繁に起る噴火は今問題にしておる様な気候変動をもたらす事はございません。と、言いますのは、高さ数キロまでしか上らない場合の噴煙は割合短時間で落ちてしまいますので、局地的な影響はありますが、地球規模の影響はないのです。ところが十数キロ以上の高さまで噴煙が上り、成層圏にまで噴き上げる場合には地球規模の影響があります。一九九一年フィリッピン島のルソン島でピナツボ火山の大噴火がございました。あの時、噴煙が30キロ位まで上ったのですが、そういう場合でも火山灰はわりあいと短時間内に落ちます。しかし火山灰と一緒に成層圏に吹き上げられた亜硫酸ガスが太陽紫外線の影響を受けて水蒸気と結合して硫酸液滴になります。これが二年〜三年の間成層圏に浮遊し、太陽から地球にふりそそぐ日射を妨げて地球の寒冷化をもたらす訳です。

しかしこれも大体二、三年でございまして、百年間のような長期的な傾向の支配要因としては考えにくいのです。その次に考えるべきものは太陽活動です。太陽から地球にふりそそいでおります日射は地球の気候を支配していますが、ご存知の様に太陽活動の指標として11年周期の黒点数の変化がございます。前世紀の終り頃からアメリカのスミソニアン研究所の科学者達が太陽黒点数に関連しまして、日射がどれだけ変わるのか、南米の高原の上で丹念に観測をしてまいりました。しかしなかなか有意な結果が得られなかったのです。宇宙時代を迎えまして、大気という

海の底から太陽を見るのではなく、宇宙から直接邪魔者なしの太陽観測が出来るようになりました。しかし実はこれも大変な問題を抱えていました。非常に強い日射が直接観測用センサーに当るものですからセンサーがすぐ傷められて長期的に安定した観測がなかなか出来なかったのです。けれどもここ十五年來丈夫なセンサーが作られました。データが集積しました。その結果確かに11年周期で日射も変化していることが判りました。黒点数の最大の時に太陽からの日射は強く、また黒点数の少ない時には太陽からの日射は弱いのです。しかし非常に黒点数の変化が大きい場合でも日射の変化量が0.1%程度であります。これは地球の全体の平均気温を0.1度しか変えない程度でございます。従って太陽活動は気候の長期変動の有力な原因とは言えそうにないのです。

炭酸ガスの温室効果増強が有力な原因だというのがおおかたの意見です。実際に空気中の炭酸ガスが過去二百年の間にどの様に変遷して来たかを示したのが図—5です。横軸は一七二〇—最近までの年代を示しています。縦軸は大気中の二酸化炭素の濃度です。大気中の二酸化炭素濃度は一九五七年の国際地球観測年（通称IGY）の頃からはじめて組織的な観測がハワイ島でおこなわれました。それ以前のデータは南極やグリーンランドの氷の中にとじ込められた気泡の分析で得られたものです。当然のことながら南極やグリーンランドの氷の深い所のは昔降った雪、浅い所のは最近降った雪です。それぞれの時代に雪が降って氷になる場合に当時の空気ごとじ込められて氷の間にあるのです。その様な気泡を分析して得られたのがこれです。十八世紀の



図一五 18世紀半ば以降の大気中の二酸化炭素濃度の推移。1950年代半ば以前のデータは、南極やグリーンランドの水のコアの分析結果であり、1950年代後半以降はハワイ島マウナ・ロア観測所での直接観測の結果である。

中頃は大体280ppm。最近では350ppm越えておるのですが、二百年の間に数十ppmの増加があります。

我々の地球はたびたび大きい気候変動に見舞われてきました。最近わかった事ですが南極の氷を二千数百メートルの深さまで掘りおこして分析しました。それを色々調べましたところ、過去二十万年にさかのぼって地球が氷河期に見舞われたり、その後暖い時期が到来したことなどすべて分るのです。温度が分るだけでなく、炭酸ガス、メタンがどうだったかということも分るのです。

我々が最近二十年程の間に経験

したのと同じような炭酸ガスの増加が、今から一万数千年前の最後の氷期から現在の後氷期にかけておこりました。しかしその時の数十回の増加というのは、二、三千年かかって徐々に増えて来たものです。一方我々が現在経験するのはわずか二百年の間のことです。さらに顕著な増加が今後起って我々の地球が今迄経験したことのない急激な変化をこれから迎えるだろうと思われるかもしれません。特に生物圏にとっては大問題となります。

今後炭酸ガスが増え続けたらどうなるのかという問題に関しては、スーパーコンピュータを使った計算が色々なさされております。毎年一％づつ炭酸ガスが増えて行った場合に、今後地球全体の温度がどう変るかという問題に関して、大体七十年後に二倍になるのでございますが、大体二程度の上昇があるだろうという事でありませう。こういう話をしますと、バタフライ効果との関係はどうなんだと疑問を抱かれる人も多いと思えます。将来予測がたった十日程で駄目になるというバタフライ効果を考えると、21世紀に向けてこういう計算をすることに疑問をお持ちになるのは当然です。21世紀の気候を予測する場合には平衡状態を仮定し落着く状態を求めます。専門的には境界値問題を解くことになりませう。わずか十日位で予報可能性の限界に遭遇するのは初期値問題の場合であり、問題のとりくみかたが違ふという事でございます。

温暖化に対して森林等の生物圏のうまく順応するかどうか心配されていますが、その他に温暖化による海水の熱膨脹で海面水位が上がることも大きい心配です。太平洋・インド洋の島国の水

没が懸念されて、ある島国の大統領は「アウシュビッツの惨劇に類する大量殺戮を先進諸国が意図しないで行なっているといえるのではないか」という発言をしたと聞いております。

その様な地球温暖化、海面水位の上昇というのは徐々に起る問題でございまして、他方異常気象或は台風の勢力の増強や集中豪雨の激しさが温暖化に伴なって増してくるといふ問題があります。確かに過去百年程のデータを見ると激しさが増して来ています。温暖化に伴なってこういう変化は起りそうだという研究がいくつかあります。

例えば台風の勢力に関する研究が発表されました。台風は大雨ももたらしますが、強い風で被害を及ぼすことが多いのです。この強い風は地表近くの空気が逆時計廻りの回転をしながら中心の方へ吹き込んでいる事に原因があります。糸の先に石を付けて廻りながら空気は中心へ吹きこ回転が速くなります。それと同じように台風では逆時計まわりに廻りながら空気は中心へ吹きこむから強い風が吹く訳です。それに関連致してMITのエマニエルという学者が研究を発表しました。地球温暖化が進めば昔に比べて海面水温が高くなって中心の方へ吹き込む気流が激しくなるので台風或はハリケーンの勢力が強くなるのだという理論です。

集中豪雨の話ですが、筑波にあります気象庁附属の研究所のグループが地球温暖化を研究しています。地球温暖化が進むと地球全体として降る雨は増えますが、雨の降る面積は狭くなるという研究結果を発表しました。この結果は降雨の集中度が増えるという事で、温暖化に伴なって集

中豪雨の程度が激しくなることを示唆しています。

それはどういう事かと言いますと、炭酸ガスが増加する事によって地球温暖化が進む際、温暖化が高さによって異なる事に原因があります。地面近くで温暖化は顕著であり、高層ではあまり昇温しないのです。下層で温度が高くなるのは空気が軽くなることです。上の方ではそれ程軽くならないという状況では下の方の空気が軽くなるので対流が起りやすくなるのです。その結果として対流性の雨が増えて非対流性の雨が減ると言うことが考えられる訳です。温暖化が進み空気の温度が高くなると実は空気の含む水蒸気が増えますので、空気の上昇気流による雨が増える事は良くわかっていてあります。ところが下層で軽く上層ではそれ程軽くならないという状況では入道雲の様な雲が起りやすくなってわか雨、大粒の雨がひんぱんになり又程度も盛んになるといいます。このように温暖化が進むと雨の量は増えるが面積は狭くなるということがコンピュータの結果が出ておる訳でございます。

今までお話したように、炭酸ガスの増加は徐々に温暖化や海面水位上昇をもたらします。我々の年になりますと古い先、そう長くはないので生きてる間にそういう事の直接被害はないと思います。この地球を健全な姿で孫の世代に引き継ぎたいというのが、世界の良識ある人々の願いです。本日最後に触れました台風や集中豪雨の問題はよくよく考える必要があるだろうと思われまます。特に建築土木の設計基準として、例えばどれだけ強い風が吹くのか、どれだけ激しい雨が降

るかという基準の設定に関しては過去のデータに基づいておきめになっておるようです。過去のデータだけでは充分だと思えない状況に行くわすことが多くなってきました。三年程前でしたか、日本海側をわりと早く通過しました台風19号が、青森県のリング園をひどくいためたためつけました。建築関係の方に聞くと設計基準として採用した風速よりもはるかに強い風速だったという事であります。また十日程前の大阪空港周辺の雨は予想外のひどいものでした。また昨年アメリカのミシシッピ河の洪水は五百年に一回しか起らない大洪水にも耐えられるように設計された堤防がやられたという事です。そういう土木、或は建築工事の際して将来を考えてかなり慎重に事を運ぶべきだろうと思う訳でございます。

大体持ち時間がほぼ終わったかと思しますので、もし何かご質問がございましたらお受けしてお答えしたいと思います。勿論答えられない問題も抱えておりますので、その時はあっさりと兜を脱ぐつもりでございます。どうも有難うございました。

(京都大学名誉教授・叻日本気象協会相談役)