

## 神奈川地学会 オンライン気象講演会の記録

演題： 「気候変動と災害－地球温暖化を背景として」

講師： 林 陽生（ようせい）氏

日時：令和4年(2022年)3月6日(日) 14:00～15:45(入室は13:30から)

開催方法：Zoomによる同時双方向方式

参加者：38名(途中、退出者を含める、常時、34～35名)

記録：幹事 相原延光



### 1 会長挨拶(笠間会長)

### 2 講師紹介(相原幹事)

林様は藤沢市出身で、1971年に横浜国大教育学部気象研究室を卒業後、筑波大学にて古気候や気候変動などの権威である故吉野正敏先生に師事され、理学博士を取得されました。その後地球科学研究科助手を経て、農林水産省の四国の農業試験所で6年間、局地気象の農業評価の研究をされました。再び筑波大学生命環境科学研究科教授となり、2011年同退職しましたが、その間、1893年(明治26年)来観測が続けられている筑波山山頂の気象観測所において、計算科学研究センターの研究プロジェクト「筑波山プロジェクト」の設立に尽力され、多くの若手研究者を育てられるとともに、ニュージーランドCRI客員研究員、UNFCCCエキスパート、環境省LULUCFタスクフォース委員、総合科学技術会議温暖化研究イニシアチブ運営会議委員ほかを兼務。その後、NPO法人を設立し、幅広く環境問題に取り組み現在に至っています。

### 3 講演要旨

**【講演要旨】** 今や環境が大きく変動し、私たちの生活に様々な影響が及ぶ時代、すなわち「地球温暖化時代」になった。地球温暖化の実態解明の過程を見ると、19世紀末の温室効果ガスの発見、20世紀中頃以降に精力的に行われた気象観値の質的・管理手法の開発および全球年平均気温の計算方法の確立、さらに少し遅れて始まった大気中温室効果ガス濃度観測の展開の順番で新たな事実が積み上げられ、総合的な理解に至った。興味あるのは、実証と定義の獲得に時間を費やした点である。この意味で、真に理解されたのは意外に最近のことと言えるかも知れない。講演では、最初にこの点について触れ、「気候変動」と異なる出自の用語であることを解説する。続いて、気温上昇という点では同一のヒートアイランドとの違い、歴史時代・地質時代の気候変動との違いについて述べる。最後に、温暖化と災害の頻発、地球温暖化影響の適応策などについて、演者が関わってきた視座から議論している。(林 陽生)

### 4 講演内容(記録:相原延光)

#### (1) 地球温暖化を示す資料

地球シミュレーターの動画、IPCC2007地球規模の平均気温変化、陸上における年降水量変化のグラフ

1950-1980の間は気温上昇が停滞していた。必ずしも一律に上昇していないなどの特徴が見られます。

## (2) 重要な議論

### ○温室効果と温室効果ガス

1827年にジョゼフ・フーリエ、1861年にジョン・ティンダルが温室効果ガスを用いた実験を行い、1988年にスウェーデンの物理学者スヴァンテ・アレニウスが温室効果を発見しました。この頃は、地球温暖化の議論はまだ始まっていませんでした。

### ○地球温暖化曲線

気温上昇が停滞していた時期は「グローバル・ディミング」と呼ばれています。当時、火山噴火や工業発展のために大気混濁係数が増し、地表面に到達する日射量が減少した結果、気温上昇が抑制されました。この時期をすぎると、石炭需要が減少したので、大気混濁係数が減少し、再び気温上昇が始まりました。

### ○CO<sub>2</sub>濃度の変化

年変化を繰り返しながら増加の一步をたどっています。春から夏に減少し、夏から翌春にかけて増加する季節変動は、主に陸域の植物活動によるものです。緯度別表示では北半球の中・高緯度の濃度が高く、南半球では濃度が低くなっているのは、CO<sub>2</sub>の放出源が北半球に多く存在しているからです。

### ○火山噴火の影響

トンガの巨大マグマ水蒸気噴火(2022年)は1000年に1度、エルチチョン噴火(1982年)やピナツポ噴火(1991年)では100年に1度といわれているが、噴火により大気混濁係数が増加して2～3年後にもとに戻るといった観測結果があり、大気の汚濁による太陽光の減少は地域性があります。

## (3) 筑波山山頂における気温観測の歴史

筑波山の気象観測は1893年に短期間の観測が行われましたが、定時観測が始まったのは1901年です。その後、アメダスが廃止される2001年まで継続しましたが、4年後に筑波大学が観測を再開しました。定時観測開始以降100年を超える期間の気温変化の記録をみると、筑波山山頂の年平均気温の変化は世界の年平均気温のそれと類似していますが、東京などの大都市は顕著に高くなっています。これはヒートアイランド効果が原因であると考えられています。

## (4) 異常気象の例

アフリカのサヘル地帯の年降水量の時系列記録(1900-2006)をみると、1970-1980年代に大規模な干ばつが起きています。10年間移動平均はこの期間に明瞭に低下しています。このように、災害を引き起こす現象には一定の時間スケールがあることがわかります。

## (5) 災害の記録

### ○インド洋モンスーン地帯から日本列島にのびる「大気の川」(水蒸気の流れ)

令和2年(2020)7月豪雨(熊本で線状降水帯)、令和3年(2021)8月豪雨など。

### ○平成29年(2017.7.5)九州北部豪雨朝倉地区で線状降水帯、日最大降水量540.5mmで観測史上1位。

○平成27年(2015.9.10)関東・東北豪雨は台風くずれの温帯低気圧と別の台風の間でできた前線で豪雨発生。降水量と河川流域の分布が一致し、河川上流の川幅が広く下流ほど狭い地形の影響が重なって堤防が決壊。

○昭和 32 年(1957,5)諫早豪雨は雲仙市で日降水量日本記録 1109mm に達した。当時は「線状降水帯」という用語はありませんでした。

#### (6) 地球規模の循環(赤道地方の熱を極地方へ運ぶメカニズム)

○ロスビー波の回転水槽実験では、南北(赤道と極地)の温度差を大きくすると大気の蛇行(偏西風の蛇行)が大きくなることが知られています。こうした南北の熱輸送が地球上の気候を決定する要因になっています。

#### (7) 地球温暖化の影響

○太平洋上で赤道降雨帯が位置している範囲は北緯 3° ~北緯 10° ですが、熱帯収束帯が覆っている地域を調べたところ、最近 1200 年間に変動していることが判明しました。約 400 年前から現在まで緯度にして 5° 北上したことがわかっています。最近は温室効果により、熱帯収束帯が北上し、熱帯地方の雨の降りかたが変わってきています。これには、地球温暖化による大気中の水蒸気量の増加が関係しています。

○温室効果ガスが原因で起こる現象(正のフィードバック)

地球温暖化で高緯度の雪氷が融解すると反射率が減少し、地表面が暖まります。すると増々気温が上昇します。これがアイスアルベドフィードバックといいます。一方、北極圏では永久凍土の溶解することで湿潤化した土壌から強力な温室効果ガスであるメタンガスが発生し、さらなる気温上昇を引き起こします。また爆発することでクレーターができることが観察されています。

「異常気象」は短期的、局所的な現象ですが、「地球温暖化」は長期間の変化の結果として認められる現象です。

#### (8) 最近の話題(新聞記事)の紹介

○IPCC(国連の気候変動に関する政府間パネル)の記事

○気候変動「熱波や大雨のリスク増大、気候変動 30 億人に悪影響」(東京新聞 2020 年 3 月 1 日朝刊)

○CO<sub>2</sub>削減目標の達成(2050 年まで実質 0)にはこの 10 年が鍵

### 4 参加者からの質問

Q1: 海洋の CO<sub>2</sub> の吸収能力が限界を迎えるかという予測はありますか。

A→海洋は CO<sub>2</sub> の湧源であり吸源です。海洋の CO<sub>2</sub> は大気との平衡状態で安定します。この意味で限界を超えるということは起こらないと言って良えるでしょう。また海水温も気温と平衡状態を維持するように変化します。また海水温が変われば海洋循環が変化しますが、海流は地球を一巡するのにほぼ 2000 年かかると言われており、これが長期的な気候変化を引き起こす要因になります。

Q2: CO<sub>2</sub> を完全に消す(昔のレベルに戻すという意味?)ことが可能ですか。

A→今の科学技術水準では無理でしょう。大気中の CO<sub>2</sub> を固定する研究がありましたが、これには大変なエネルギーを要します。CO<sub>2</sub> を大量に放出する結果になりました。

Q3: 気温上昇が停滞していた状態「ハイエイタス」があったことはどう説明されていますか。

A→「ハイエイタス」は、もともとは気象用語ではありません。西暦 2000 年過ぎた頃のことでしたが、気温上昇が一旦停止する傾向が現れました。その後の解析により、「海洋の深層が大気中の熱を吸収していた」という考えが一般的になっています。

Q4: 温暖化対策をくい止めるためのベスト3を上げてください。

A→CO<sub>2</sub>を海底に吸収させる工学的技術や生物ポンプなどがあります。後者は、養分となる鉄分を海面に散布することで光合成を行うプランクトンを増殖させ、魚やプランクトンの死骸を海底に堆積させるというアイデアです。実験段階は済んでいます。

Q5: 火山爆発が頻発すると大気が火山灰で汚濁され太陽光が遮断される結果、地球は小氷期になると地球温暖化を止めることができますか。

A→一時期の寒冷化で気温が上がらないでしょうが、過去の火山活動の事例では大規模噴火は100年や1000年に1度の確率で起き、それは数年でもとに戻るでしょう。「地球温暖化」を止めるという効果は限定的です。

Q6: 地球温暖化により熱帯収束帯の北上している現象は、縄文海進(7000年ぐらい前)には黒潮が強かったことと関係がありますか。

A→熱帯収束帯の位置の変動は降雨帯の位置の変動や海流に影響すると考えられます。IPPCの古気候研究の対象の一つとなっています。

Q7: ロスビー循環の実験では偏西風蛇行で熱が効率よく伝わっていることを説明していますが、地球温暖化により極地の温度が上昇している現象はこの効果を減らすことになるのではないか。(ロスビー循環の限界のこと)。

A→極地の気温が上昇するのは結果として現れる現象です。つまり、ロスビー循環で熱が運ばれた結果です。地球温暖化は、ロスビー循環を含めた従来の大気大循環システムに変化を及ぼしていると考えられますが、その変化こそが異常気象と関係していると考えれば良いでしょう。実験では、回転数、温度差、粘性係数などが微妙に組み合わさってロスビー波を再現していますが、実験条件が変われば消えてしまいます。この意味で、大気大循環に過剰な熱輸送の役割を求めることはできないでしょう。