

アイスランドの気候変化

浅井辰郎

I 序

E・ハンチントンの最後の著作 "Mainsprings of Civilization" (文明の原動力 1945) を見ると、アイスランド文明について詳細な記述とその自然科学的・社会科学の解釈がなされている。例えばアイスランドでは農民・漁夫といえども外国旅行者とラテン語で話をする事が出来るほど家庭・社会教育が高度に普及しているとか、Encyclopaedia Britannica 中にある世界的なアイスランドの科学者・芸術家などの数は、その人口(1901年に78,140、1964年に197,000) に比して極めて多いとか、年々出版される印刷物の人口当り種類数も世界各国に較べ、飛び抜けて多いとか、いづれも非常に目をひく。戦後これを読んだ私は、もし外国に行く機会があったらぜひアイスランドを訪れてこの事実を確かめたいと思っていたが、幸い法政大学留学生として、昭和39年9月1日から10月18日までこの島に滞在出来、さらに幾多の驚くべき新事実を発見した。今回はそのおびただしい資料の中から、気候変化に関するアイスランド人の研究成果と興味ある研究方法とを要約して、読者の御参考に供したい。

II アイスランドの気候変化のもつ二つの意義

本論に入るに先立ちこの意義について私の意見をまとめて置きたい。

一体気候学・気象学には現象的にも因果的にも未知の分野が極めて多い。それはこの学問の対象が透明で見えない空気であること、たとえ雲のように見えるものでも大きすぎて全体が見渡せないこと、巨大であるからほとんど実験が不可能であることなどに原因している。またこのために研究方法も限られて、まず多くの資料を集めてそれから法則を帰納する方法が少くとも今までは主流であった。気象衛星による地球の写真観測法や気象現象を単純なモデル化して数値実験する法も最近行われ始めて来てはいる。従って気候変化に関する多くの研究は、気候変化それ自身の面で大切であると共に、この大気現象の法則を樹立する上にも極めて有用な資料であり、このことは次の例が

らも納得されるであろう。例えば東北冷害の大原因であるオホーツク海高気圧は、1)明治末年から戦前までは、冷たいオホーツク海の海水に起因する局地的な「背の低い高気圧」と考えられていたのに、2)昭和28年の冷害研究からは全地球的な力学的原因で出来る北太平洋高気圧の西部を占める「背の高い高気圧」と見られるようになり、3)最近ではアジア大陸南部とオホーツク海との間の温度的差異に起因する「局地的高気圧」であるという説が数値実験により提出されている。つまり気候変化は巨大な自然の実験にも譬えられ、これを手がかりにして吾々は大気大循環の法則に近づき得るのである。

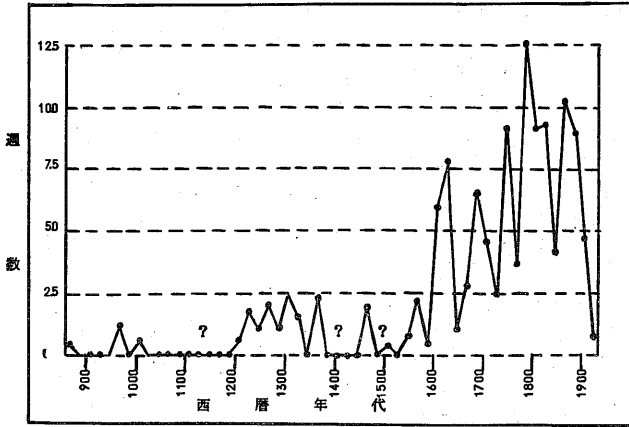
さてアイスランドの気候変化も以上の意味で、第1に気象学・気候学の進歩にとって大切であるが、さらに第2にアイスランドの独特な位置から見てさらに重要であると信ずる。そのわけは、ここはアジアのような季節風地域とは全く異なり、1年を通していわゆる「アイスランド低圧部」を形成していることと北部大西洋の中央部に存在することである。前者は低気圧による南北気団の混合を盛にし、その結果この気候は大西洋及び周辺陸地の気候の平均状態を示しているといっても過言でないこと。後者は特に大西洋という巨大な熱容量物質の影響を強く受けていることである。つまり前・後者とも他の地域に較べると気候変化を著しく少なくしているはずである。それにも拘らず、気候変化があったということは大陸上や寒・熱帯の海洋にもっと大きな気候変化があったことを暗示すると解すべきであろう。以上2点がアイスランドの気候変化を私がここに持ち出す理由である。

Ⅲ 流氷から見た気候変化

ナンセン、F. (1924)によるとアイスランド近海の海流は、2系統あり、その南岸と西岸には温かいメキシコ湾流の枝流が流れ、その後これはグリーンランド沖を西へ向っている。一方北岸から東岸の沖合にかけては東グリーンランド寒流が流れ、ノールウェー方向に向っている。このため、アイスランドの南と西岸は冬も暖かくて、港も凍らないが、北と東岸では流氷を見、冬から春には港が凍ることがしばしばある。トラリンソンは厳冬の部類に入る1888年のアイスランド周辺における流氷分布図を示しているが、それを見ると1月は北方にまばらに、3月にはびっしりと、4月・5月には北西から南東までびっしりと、6月には南方まで拡がって島の周囲の3/4を囲んでいる。7月になると北東岸のみに減り、8月にはさらにその一部に減っていたことが判る。一方同氏は暖冬には全島周囲に流氷を見ないこともあると述べている。

そこで氏は本論に入り、地質学者トロッドセン(Thoroddsen)が収集した1688年～1915年に亘る毎年の流氷期間のデータをグラフ化し、またコッホ(Koch, L)が作った1860

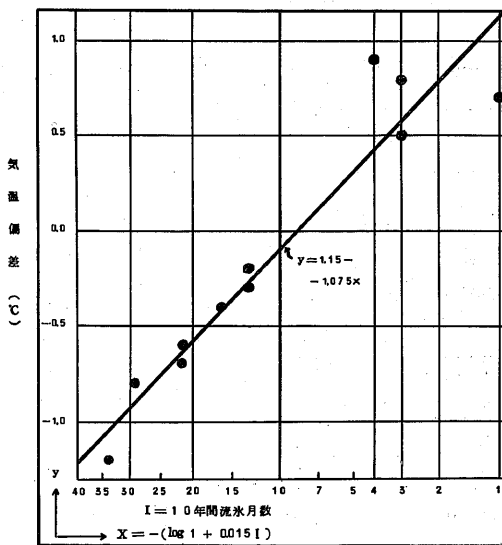
～1939年の流水期間図(単位半週—第1図)を引用して次の結論を述べている。



第1図 アイスランド沿岸における流水期間の20年間平均週数の変化
(Koch 1945)(?と縦軸数字はソラリンソンの文に基づき浅井記入)

- i 確実に言えることは1600～1900年の間は始めの300～400年間に較べて年々の流水継続期間が長い。ただし12, 15世紀と16世紀前半の0は流水がなかったのではなく資料がないためである。
- ii 最近の50年は1550年以来の流水の少い時代である。
- iii 最近の30年は植民開始(865年頃A. D.)以来1100年間において最も長い、流水の稀な時代である。

流水による気候変化の研究はさらに1962年に至ってベルグトルソン³により発表されている。氏は同じ資料を実に巧妙に駆使し、一方「10年間平均気温」という独創的概念を打ち立てて兩者を関連づけ、1561年以後のアイスランドのこの「気温」を推算した。その方法はまずトロッドセンのデータ(前記のものともっと古いもの)を10年ごとに区切り、10年ごとの合計流水月数を出した。一方アイスランド西岸北部にある古い気象台ステイクスホルムール(Stykkisholmur)と南東岸のタイガーホーン(Teigarhorn)とを平均した10年間平均気温を1851年以後について出し、これと1901～1930年の基準気温との偏差を出した(第1表c)。この偏差と前の流水月数とを回帰図に書くと第2図のようになり、図の左下部分、つまり気温が基準



第2図 10年間流氷月数と10年間平均気温偏差との関係
(Bergthorsson 1962)

気温より低くて流氷月数の多い部分では、相関係数は0.963の高きに及んでいる。この図の直線と1851年以前の10年間流氷月数から、逆に1561~1850年の、10年ごとの気温偏差(°C)を推算すると第1表bのようになる。

第1表 900~1960年における10年間平均気温偏差の実測値(c)および推算値(a, b)
(偏差の基準値*は1901~1930年のアイスランド北西端および南東端平均気温, aの説明は後述。)

年	1~ 10	11~ 20	21~ 30	31~ 40	41~ 50	51~ 60	61~ 70	71~ 80	81~ 90	91~ 100	区分
900	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.0	-0.5	-0.5	0.0	a
1000	0.2	0.3	0.3	0.2	0.0	-0.5	0.0	0.2	0.3	0.3	
1100	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.0	-0.5	
1200	-0.5	0.0	-0.5	0.0	0.0	-0.5	-0.5	-0.7	-0.7	0.0	
1300	-0.5	-0.7	-0.5	0.0	-0.5	0.0	0.0	-0.5	0.0	0.2	
1400	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.0	-0.5	0.0	0.0	-0.5	
1500	0.0	0.0	-0.5	-0.0	0.0	-0.7	-0.4	0.1	0.0	-0.2	b
1600	-1.0	-0.7	-0.7	-0.9	-0.3	0.2	-0.5	-0.2	-0.7	-1.1	
1700	-0.3	-0.4	-0.5	0.1	-1.2	-1.1	-0.4	-0.7	-1.0	-0.7	
1800	-0.8	-0.6	-0.7	-0.8	-0.1	-0.7	-1.2	0.6	-0.8	-0.4	c
1900	-0.3*	-0.2*	0.5*	0.9	0.8	0.7					

ベングトールソンは更に巧妙な方法でこの1561年以前の気温aについても推算を進めた。その史料は、(1)アイスランドで前述のように最も海水の温かい南西部にまで流氷が来た極端な年の間隔と、(2)アイスランド人が餓死した飢饉の年の間隔とである。

アイスランド南西部は最も人口密度が高く、漁民も多い所だからこのような極端な年は必ず記録されていると考えてよい。これをトロッドセンの年表から抜くと次のようになる。

1227? 1258, 1261, 1275, 1279, 1306, 1320, 1321, 1348, 1470, 1552?
1605, 1610, 1615, 1617? 1639, 1683, 1694, 1695, 1705, 1745, 1756,
1759, 1766, 1791, 1807? 1817, 1821, 1835, 1840, 1859, 1881, 1888, 1902

また、アイスランドの飢饉は次のような理由から気候変化と密接な関係にあることが推論される。

i 19世紀まで人口の大部分は農民であった。

ii 農業と言っても全くその縁辺地域で、7月平均気温が 12°C 不足のため、馬鈴薯と昔は大麦だけが海拔200m以下でやっと育つ程度である。だから夏の気温が 2°C も下ればもうこれらの収穫は望めない。

iii 従って羊・牛・馬の牧畜が主業であるが、これも夏の牧草が充分貯蔵出来ないときは冬多くの家畜を死なせることになる。

iv 永い間この貿易はデンマーク王の独占下にあったので、住民は飢饉の年でも移住とか食糧援助は望めず、餓死するしか道がなかった。

v 漁業は流水のために妨げられるほか、凶年にはタラは姿を消したようである。

さて、この飢饉の年をトロッドセンの年表から抜くと次のようになる。

975, 990? 1056, 1192, 1203, 1227, 1284, 1287, 1314, 1321, 1376,
1500, 1523, 1555, 1566, 1597, 1602, 1603, 1604, 1629, 1634, 1649, 1674,
1689, 1690, 1692, 1696, 1697, 1698, 1699, 1700, 1701, 1702, 1706, 1747,
1751, 1756, 1757, 1773, 1774, 1778, 1779, 1780, 1781, 1782, 1783, 1784,
1785, 1803, 1804

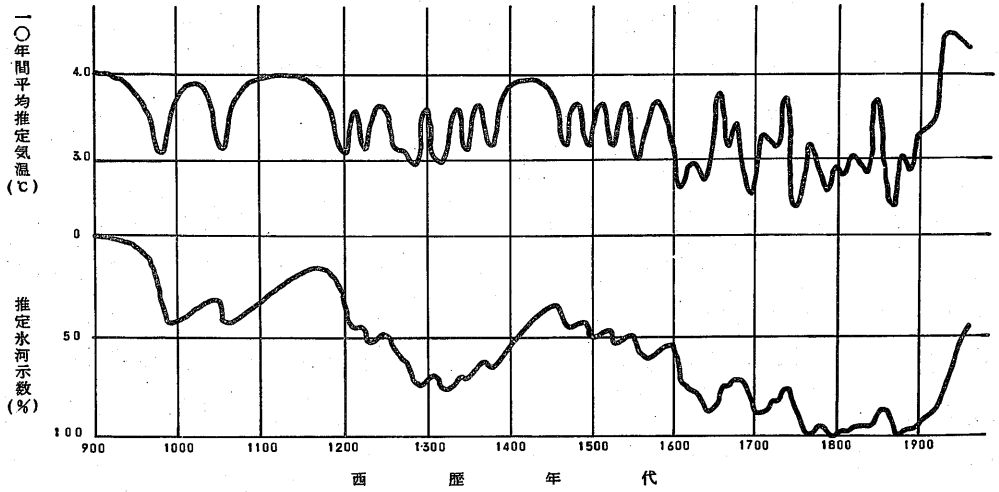
これを見ると凶年は群をなす傾向があり、特に17, 18世紀に目立っている。もっとも19世紀になると、同じように寒いのに余り飢饉は起らなくなっているが、これの原因をベルグトルソンは社会条件の変化と見ている。

ここで氏はこの2つの表の中にある凶年の間隔や飢饉の間隔(t)と第2図の縦軸に示した10年ごとの気温偏差との関係をまず気温観測期間について求めた。その図は省略するが回帰式は次のようになる。

$$\text{気温偏差} = -1.08 + 0.58 \log t.$$

(相関係数: 0.826)

この式から逆に次のような「寒冷な10年間」の気温偏差が推算できる。



第3圖 10年間平均推定気温(上)と推定水河示数(下)
(Ber (Bergthorsson 1962))

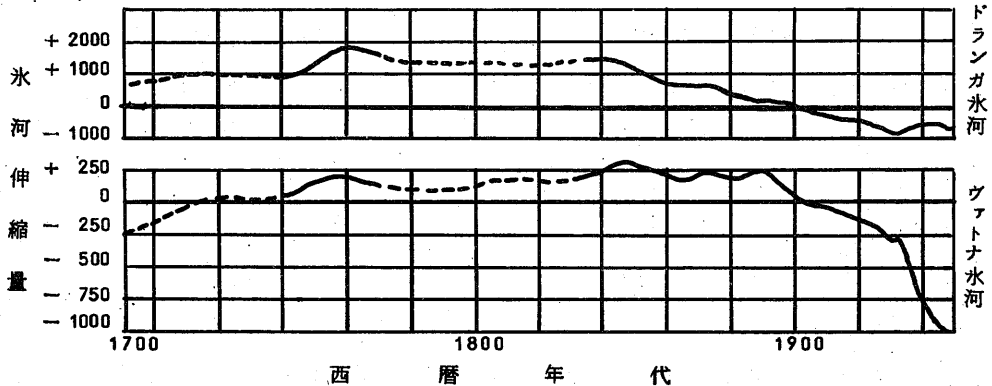
10年中8凶年	:	- 1.0°C
" 7凶年	:	- 1.0°C
" 6凶年	:	- 1.0°C
" 5凶年	:	- 0.9°C
" 4凶年	:	- 0.8°C
" 3凶年	:	- 0.8°C
" 2凶年	:	- 0.7°C
" 1凶年	:	- 0.5°C

「凶年を含む10年」の前及び後の「凶年なき10年」	:	0.0°C
" " " 「 " 11~20年」	:	0.2°C
" " " 「 " 21~30年」	:	0.3°C
" " " 「 " 31~40年」	:	0.3°C
" " " 「 " 41年以上」	:	0.4°C

この方式を用いて900年A. D.以後1560年までの10年間平均気温が前記のように推算される(第1表a)。また第1表のa, b, c を1枚の図に描くと第3図となる。

IV 氷河の伸縮から見た気候変化

トラーリソンによればアイスランドでは氷河末端の高度が低いので、農民は近くに住み、変化はその目につき易いため、17世紀以来、氷河末端の記録は詳しい。それでこの記録や終堆石、氷河塞き止め湖、最近では氷河の直接測定により、アイスランド北西端のドラング氷河(Dranga jökull) 末端部や南東部のヴァトナ氷河(Vatna jökull)末端部の伸縮量が明らかになっている。第4図はこれで、大きな伸長は1750~60年と1840~50年とにあり、小さいのは



第4図 1690~1950年間における氷河の伸縮(m)(Thorarinsson 1943, 51)

1710年, 1810年, 1890年頃に見られる。1890年以後は縮小を続け、特に過去数10年間の縮小は著しくて1680年以来始めてである。1680年以前については史料が少ないが、

16～17世紀には一般に伸長し、そのあるものは17世紀に史上最大に達した。例えばヴェトナム氷河の南東方の一端であるブレイダメルクール氷河(Breidamerkurjökull)は12～13世紀のサガ時代には農家から遙か遠方であった。所が1700年頃にはずっと伸びて来て農家を被い、現在ではその跡がまた氷河の外に出ているという風である。

ベルグトールソン⁵は温度変化と氷河伸縮との時間的ずれは、氷河により非常に大きいことを認めたと、⁶「氷河示数」(Glacial index)という概念を設けた。第3図下の図は900年A.D.から1960年に到るこの示数である。しかし氏の報告にこの示数の計算法が書いてないと、若干の仮定も置いてあるらしいので、この下の図は上の図よりも信頼度が少ない恐れのあることをお断りしておく。

V 穀物作から見た気候変化

トラリンソン⁶によれば古代の穀物を知るには地名・耕作の跡・サガの内容・教会文書・販売契約書などがあり、最近では花粉分析で大麥や燕麥が立証されている。もっとも燕麥が栽培されたものか野生かは明かでない。大麥は古文書にあるように、確かにアイスランド各地に栽培され、特に南部と南西部では広く作られていた。その後の大麥の歴史を箇条書きにすると次のようになる。

12世紀末までには北と東部の大麥栽培は止まった。

13, 14世紀には南と南西部でも減少した。1350年の記録に「大麥だけが南部の僅か数ヶ所に栽培されている」とある。

15世紀末までには大麥作は全く止まったと一般には考えられているが、レイキャビック付近では16世紀末まで残った証拠がある。

17, 18, 19世紀には各地で栽培試験は行われたがどうしても永続しなかった。

1920年から南部の試験所における大麥栽培は10年間に8, 9年の成功を収めている。

1930年から各地の試験所でも10年間に6, 7年の成功を収めている。

このような大麥作の減少、消滅、再開に対してその原因を貿易・政治状態の変化に置く者もあるが、トラリンソンはこれを次のように反駁して、その主因を気候変化に帰している。すなわち、(1)黄金時代中であった12世紀末に輸入穀物の運搬に不便な北・東アイスランドで大麥栽培が止められ、一方運搬の便のある南・西アイスランドでこれが継続していたことは政治・経済的には説明出来ない。(2)偏僻な西スカフタフェルシスラ(Vestur-Skaftafellssýsla)では、大麥が砂浜のコウボウムギに負けて来たため、少くとも14世紀以来質・量とも貧弱なコウボウムギが穀物として収穫されるようになった。これも説明できない。(3)大麥栽培の再開は、流水や氷河のグラ

フでも判るように、近年における高緯度地方の温暖化に起因しているのはまず間違ない。その量はスウェーデンホルムールで1928~37年の平均が、50年前の1878~87年の平均より1.2℃高まり、ベールフィヨルド(Berufjordur)で2.4℃上っていることを知れば納得されるであろう。(アイスランド国民議会の復活は1843年、外国貿易の再掌握は1854年、自治獲得は1904年⁷というように政治・経済条件の改善は1920年より大分前であるから、大麦成功の原因をこれらに結びつけることは困難である。—筆者)

VI 結 論

以上種々の角度から見た気候変化がお互いに矛盾しないかどうかまず検討して見よう。第1図のコッホの流水期間、第3図上の10年間平均推定気温、下の推定氷河示数ならびに箇条書きにした穀物作の歴史の4種類を読者自ら比較して戴きたい。するとこれらはお互いにほぼ関係なく得られた結果であるにも拘らず、定性的には勿論、定量的にも細部を除けばよく一致していると云える。そしてむしろトラリンソンが史料不足であると心配した第1図の?マークは不用ではなかったかとさえ思われる。

今まで種々述べて来たが、その中でも、アイスランドの気候変化を推算した結果としては、第3図(上)と第1表が最も詳しくかつ信頼できるものであると私は考えていることを最後に付言する。

余論。両氏は別に流水期間と風向の関係、大麦から見た現在と植民当初との気候比較、今後の気候の予測、貝から見た海水温の変化、飢饉回数と人骨の背丈との関係、同じく人口との関係など、興味ある実証的研究も発表しているが、今回は割愛した。

参 考 文 献

- 1) 朝倉正(1967)梅雨期における冷熱源の役割り、日本気象学会春季大会発表107番
- 2) Thorarinsson, Sigurdur(1956) The thousand years struggle against ice and fire. Museum of Nat. Hist., Dept. of Geol. & Geogr. Misc. Pap. 14. p. 6~14.

トラリンソン氏はレイキャビックの国立自然科学博物館地質地理学部門の長で1959年11月に来日している。

- 3) Bergthorsson, Páll(1962) Notes on past temperature of Iceland. Conference of 11th and 16th Century, Colorado, Aspen.

ペルクトールソン氏はレイキャビックの飛行場にある気象台に勤めている長身精悍な学者である。

- 4) Thorarinsson, S. ditto p. 14~15.
- 5) Bergthorsson, P. ditto p. 15~21.
- 6) Thorarinsson, S. ditto p. 15~20.
- 7) Hansson, Olafur (1963) Facts about Iceland. 11th ed. Publishing Dept. of the Cultural Fund.

お 知 ら せ

1. 投稿規定

- お茶の水女子大学地理学科卒業生及び旧、現職員は本誌に投稿することができる。
- 用紙は横書き 400字詰原稿用紙とする。
- 投稿の範囲・内容は特に規定しないが、研究論文・調査報告・近況報告などが望ましい。
- 論文・報告は15~30枚、短報は2~3枚程度とする。
- しめきりは毎年5月末日とする。
- 原稿送付宛先

東京都文京区大塚2丁目1番1号

お茶の水女子大学地理学教室

お茶の水地理編集委員会

2. 住所・勤務先の変更、改姓の場合も上記宛御連絡下さい。
3. クラス会・同窓会などの様子もお知らせ下さい。
4. この「お茶の水地理」は御希望の方に実費でお頒ち致します。