

鳥海山における 12000 mm 以上の年降水量について

土 屋 巖**

要 旨

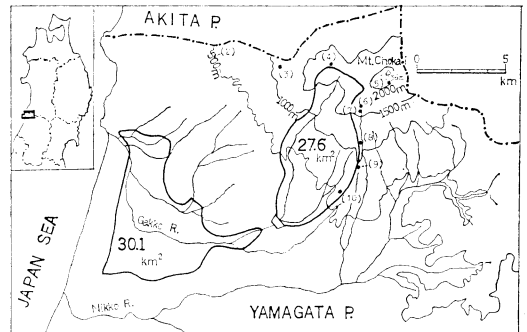
さきに(土屋, 1983), 衛星データによる残雪解析の結果(土屋, 1981)を, 3年間の月光川ダム流量データによって検証し, 降雨についての仮定を入れて高度別の年降水量算定式を作成したが, 同ダムの1979~1987の流量データによってもほぼ成立することを示した. 平均年降水量の世界最大値に匹敵する地帯が高度1000 m以上に存在することになるので, 月光川ダム集水域周辺のメッシュ気候値平均年降水量と対比したが, 数値が大きく違うメッシュ区画が多いことを示し, メッシュ気候値改善について提言した.

1. はじめに

筆者はさきに, 日本海沿岸の多雪山地のひとつである鳥海山では, 高度1000 m以上の深雪地帯の雨を含めた年降水量が12000 mm以上になる場合のあることを報告した(土屋, 1983). この降水量は, 熱帯あるいは亜熱帯にあって世界最大多雨地として知られる, インドのアッサム地方のチェラプンジ(高度1313 m)における1931~60の平均年降水量11437 mm(土屋, 1964)や, ハワイ諸島カウアイ島ワイアレレ山(高度1551 m)における平均年降水量11836 mm, あるいはU.S. Weather Bureauによるその補正值12344 mm(Carlquist, 1980 ; 野口, 1983)に匹敵するものである.

チェラプンジはインド南西モンスーン季節のいわゆるモンスーン降雨が, ヒマラヤ東部南斜面で地形的に集中して降るものであり, ワイアレレ山では北東貿易風に面して, 常に多量の降雨のある場所であり, いずれも斜面の強制上昇による湿じゅん大気からの大量降雨と言える.

鳥海山については, 冬季の降雪量および地形的にかなり広い面積にわたって, 冬季季節風の風下斜面になる南側で大量の積雪の存在することに着目して, 高度とともに指数関数的に増加する可能性のあることを説明し, ま



第1図 月光川ダム周辺の地図

(図中の(2)~(10)は第2表の雨量観測地点の位置を示す)

た, 夏季の降雨についても同様の現象が発生し得る場合を想定して,

$$P_h = P_0 + kh^a \tag{1}$$

という算定式を提案した(土屋, 1983).

この場合, 高度0 m (P_0 すなわち酒田の P_h に相当する)の P_h が2000 mmであると, 変動係数 k を1, べき乗指数 a を1.3にすると, h (m) が350, 750, 1250では, それぞれの P_h (mm) が4029, 7465, 12617となり, 第1図に示した月光川ダムの集水域の平均降水量は年間約8000 mmになる.

この算定式の検証を, さきに1979~81のダム流量データによって示したが(土屋, 1983), さらに1987までの6年間のダム流量データを追加し, また参考資料とし

* Annual precipitation more than 12000 mm at Mt. Chokai.

** Iwao Tsuchiya, 香川大学農学部.

——1990年2月15日受領——

——1990年4月27日受理——

第 1 表 月光川ダム水文気象データ (1979~1987)

項目 年	酒田 3 m	月光川ダム 217m			
	年降水量 (mm)	年降水量 (mm)	年流量 ($\times 10^6 \text{m}^3$)	年流出高 (mm)	(推定流域 平均年降 水量 mm)*
1979	2179.0		169.66	6147	(6700)
1980	2239.5		182.78	6622	(7200)
1981	2167.0	2430	208.45	7553	(8200)
1982	1855.0	1869	184.45	6683	(7300)
1983	1844.0	1794	177.42	6428	(7000)
1984	1623.5	1660	173.56	6288	(6900)
1985	1706.0	1892	172.68	6257	(6900)
1986	1752.5	1801	178.49	6467	(7100)
1987	1759.0	2296	205.26	7437	(8000)
平均 (9年)	1902.8		184.49	6684	(7300)
(7年)	1815.3	1963.1			

* () 内推定値は、年流出高に蒸発量約 600 mm を仮定して加えた概数である。

て、1958年にまとめられた、鳥海山の夏の雨を3年間観測した酒田市立第二中学校の「鳥海山の気象」の雨量のデータを見ることができたので、前述の年間 12000 mm 以上もの降水現象がかなり多い度数で発現することを説明したい。また、国土数値情報の一部でもあるメッシュ気候値の年降水量が、ダム集水域についても表示されているので、それらの気候値との対比を検討したい。

2. 月光川ダム集水域の降水量

月光川ダムは洪水対策専用のダムとして、1978年に完成し、第1図に示したような集水域 (27.6 km²) と洪水氾濫防除区域 (30.1 km²) の、放流管を常時開放して、自然放流の方式であるため、放流量 3 m³/s 以上の精度は良好である (土屋, 1983)。第1表にダムの約 17 km 南西にある酒田測候所を含めた、1979~1987の水文気象データを示した。なお、ダムの降水量は、ダムのすぐ北の台地にある管理事務所が整備されてからのもので1981年以降の測定値を示した。1981~87の7年だけでも、海岸平野の酒田に比べて、富士山型の山地帯の始まる部分にあるダム地点降水量の年々変動の大きいことが示される。そして、特に降水量が酒田に比べて大であった、1981年と1987年の年流出高 (年流量/流域面積) に基づく流域平均の推定年降水量は 8000 mm 以上になる。また、酒田およびダム地点の年降水量の最も少ない1984年にも、集水域の年降水量は 7000 mm に近い。このことは、山地の高度の増加とともに、降水量が急に増加して

いることを示し、概数を求める (1) 式が成立することになる。

鳥海山の降水は、暖候期 (4~10月) には雨が多く、寒候期には大部分が雪の形で降るが、9~10月には、山頂近くのみが雪の場合もあるが、流域降水量としては、ほぼ雨とみなすことができる。他方、寒候期の11~3月では山頂高度でも雨であることがしばしばあり、“春一番”の事例については別に報告した (土屋, 1990)。また、暖候期の4~6月には高度の高い部分で雪となることもあるが、融雪流量が最大になる季節でもあり、雨の影響が大きい。しかし、集水域における降雪量と降雨量のどちらが多いか、あるいは年によって両者の寄与の傾向が逆になるかの解明は困難である。たとえば、1979~87の鳥海山貝形小氷河の面積あるいは拡大縮小が (Tsuchiya, 1984; 土屋, 1985, 1988)、隣接する集水域斜面の降雪量の指標になり得るとしても、最小面積の1979年には酒田の降水量は多く、拡大の続いた1980~82年には酒田の降水量は減少傾向であった。しかし、1983の縮小から拡大に向った1984には酒田とダム地点の両者の降水量は最小ではあったが、1983の降水量も多いほうではない。

3. 1958年の鳥海山の雨量観測について

筆者の年降水量算定では、残雪の消失量をモデル化したうえで (土屋, 1981)、降雪量と降雨量はそれぞれほぼ等量であるという仮定のもとで進められた (土屋,

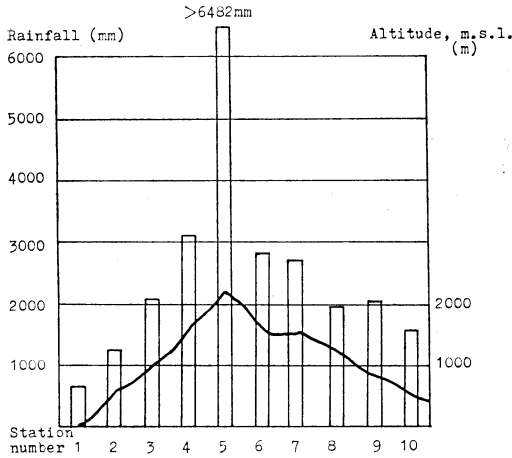
1983). 算定の対象になった流域に接する尾根(高度約1200 m)には、現在ロボット雨量観測施設がある。6月中旬から10月中旬までの暖候期雨量測定と通報が実施されているが、地形的に平尾根であって、強風地帯特有の植生地帯であること、および残雪の比較的早く消失する

場所であることなどから、雨量の測定値は実際より過少になる可能性が高い。

30年以上前のことになるが、その当時の酒田市立第二中学校では、山岳部を創設して、鳥海山の気象を調査した。創設3年目の1958年にまとめた「鳥海山の気象」は読売新聞による昭和33年第2回日本学生科学賞中学校の部全国賞一般入選(優秀5編、一般10編)に選定された。同書によると、山頂近くの2200 m高度で、6月8日～8月31日の85日間の総雨量は、第2図に示すように6482mm以上になっている。測定方法は、前年までの2年間に発生した失敗(あふれ出しなど)や事故(登山者による破壊など)を教訓にした、補助タンク付の貯留方式であるが、それでも一部ではあふれ出している。

第2表に酒田測候所が臨時に開設していた河原宿および滝の小屋(現在のロボットの位置あるいは、さらに小屋に近い位置と思われるが、現在のところ不明である)で測定していた結果を同書(山形県酒田市立第二中学校山岳部, 1958)から引用して示した。河原宿の近接した2か所の結果から見て、山岳部の測定精度は測候所の施設にほぼ近いものと思われる。

第2図と第2表によると、鳥海山の山頂付近では、海岸平地の酒田の10倍を越す雨量があり、高度とともに降水量が急激に増加する一種の指数関数型の増加を示唆している。この年は、理科年表の日本の主な気象災害によ



第2図 1958年6月8日～8月31日(85日)の鳥海山の高度別雨量(mm)分布

(第2表の合計値を示したが、表の*と**に相当するものは筆者が再計算して(原図は山形県酒田市立第二中学校山岳部, 1958)編集したものである)

第2表 鳥海山と酒田の雨量比較(1958年6月8日～8月31日の85日間)

位置	鳥海山西斜面				山頂	鳥海山南斜面				
	平地	造林小屋	太平	御浜		河原宿	河原宿	滝ノ小屋	鳳来山	峰 拜
地名 (地点番号)	酒田 (1) 測候所	(2)	(3)	(4)	新山 (5) (中腹)	河原宿 (6) (二中)	河原宿 (7) (測候所)	滝ノ小屋 (8) (測候所)	(9)	(10)
標高(m)	4	540	1000	1620	2200	1560	1550	1250	820	520
6月8日										
7月12日	122	175	217	426	1271	431	323	346	263	199
7月28日	346					1369	1325	925	935	833
7月29日	2				>3320		145	89		
8月1日	49	807	1506	1819	620	328	174	118		
8月8日	1	3	6	11						
8月31日	127	278	365	870	1271	696	723	475	807	540
合計(mm)	647	1263	2094	3126	>6482	2824	2690*	1953**	2005	1572

*, **: 空白または計算違いを筆者が訂正したものである(原資料は、「鳥海山の気象, 1958」, 山形県酒田市立第二中学校山岳部, 1958)

ると、昭和33年7月22~23日の風水害（第11号台風）と7月23~29日の水害（前線）で、東日本、北日本の太平洋側と北陸、東北、山陰、高知でそれぞれ雨量の多かったことを示している。(1)式の適用の考えられる事例である。

4. 考 察

山地の降水量の多いことについては、今までに多数の調査研究がなされてきた。特に、高度との関係を重視した藤村(1952)は、年降水量について、富士山を対象にして、

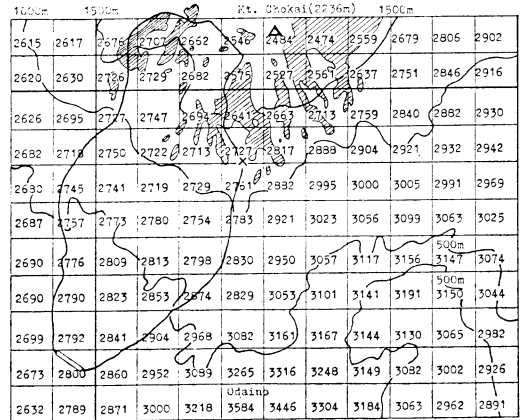
$$\log_{10} W = \log_{10} W_0 + \alpha h \quad (2)$$

なる実験式を提唱した。ここで、 W_0 は高度 $h=0$ についての W (年降水量, mm), α は高度 h (km) と無関係の定数で0.304を与え、台風で0.3, 回数が多い低気圧性の雨はさらに大きいとみなした。そして、富士山の高さとして $h=3.8$ を代入して、 W (富士山頂) では26000 (mm) になるとした。 W_0 は1845であるが、これは山麓の三島と沼津の降水量を平均したものにはほぼ等しい。さらに、1946年9月12~15日にわたるキャサリン台風に際して、山頂で5600 mm, 三島で340 mmの雨量を測定したことにより、(2)式が概数を与えるものとして、ほぼ成立することを説明している。

(2)式を、鳥海山の年降水量に適用すると、8783 mmが山頂の値になる。(2)式は、雨を中心にしたものであり、冬季降雪を考慮すれば、さらに大きい数値になることが考えられる。(1)式も(2)式もともに高度とともに降水量が指数関数的に急上昇する場合がしばしばあり得ることを示している。

しかし、岩手山の測定(吉田, 1951)、九州中部の^{わたな}涌蓋山の多点観測の結果(坂上, 1969)はいずれも風の影響の複雑なことを示し、簡単な算定式は提示されていない。ただし、いずれも平地よりも高度とともに降水量が増加しており、山頂か、あるいは山頂より少し離れた8合目あたりに実測上の最大値の発現することを報告している。

降水量の測器観測で、風の影響を除いて測定することは、事実上不可能であり、一定斜面についての総降水量をダム流入量等によって算定するほうが実用的であると思われる。降水量の中に降雪の占める割合の大きい、日本海沿岸山地については、早くからそのことは指摘されており(たとえば、野口・桑原, 1974)、桑原(1975)はダムの年流出量を重視した場合の、日本の平均年降



第3図 月光川ダム集水域周辺のメッシュ気候値平均年降水量 (mm)

(×はロボット雨量計の位置、影をつけた部分は残雪の特に多い地帯(土屋, 1981)であり、高度1000 m以上で降水量が特に多いことを示している)

水量は2000 mmを超えると説明している。

最近、国土数値情報の一環として整備されてきたメッシュ気候値では、全国379,618メッシュの年降水量の平均は1890 mmであり、全国148か所の気象台、測候所の平均の年降水量の平均1766 mmより124 mm多くなっているが、山岳、山間地帯の多雨を反映していると説明されている(岡村, 1987)。しかし、このメッシュファイル作成に関する報告書(気象庁, 1986)によると、「しかしながら標高の高いメッシュに関しては、解析に用いた観測所が低い標高に集中しているため(北へ行くほどこの傾向が強い)精度の低下が考えられるが、利用の便から算出してある」と表現されている。

このことは、観測の困難な多雪山地の降水量算定の結果によっては、桑原(1975)の主張した日本全国の年平均降水量の上方修正が十分あり得ることを示唆している。検証の一例として、月光川ダム集水域周辺のメッシュ気候値年平均降水量を示したのが第3図である。この図の中で最も降水量の多いメッシュ区画は旧区内観測所の大台野(416 m)の3584 mmであって、そこを中心にして他の区画はすべてそれより低い数値になっており、第1表に示したような流域平均7300 mmに近い数値はなく、また、すでに報告した(土屋, 1983)月光川ダムの東側にある発電所のより広い集水域(54.4 km²)からの流出高1979~81の3年平均4400 mmに、蒸発散量の概数として600 mmを加えた5000 mmに相当する数値もない。

月光川ダム集水域についてみると、この違いは、さらに大きくなり、深雪地帯のメッシュ区画では特に大きい。他方、ダム管理事務所における7年間の平均は1963 mm であって、メッシュ気候値よりかなり少ない。

メッシュ気候値によって、気象官署のみによる全国平均年降水量は、ある程度上方修正されたが、深雪地帯の多い日本海沿岸の山地の降水量を算定することによって、かつて桑原(1975)の主張した2000 mm 以上の数値に十分なり得ることを検討する必要がある。また、(1)式で算定したような年間12000 mm を超す降水量が、しばしば発生するようなメッシュ区画の存在は、水資源、防災、自然保護の観点でも検討する必要がある。

1982年9月の富士五湖異常増水(気象年鑑1983年版 p. 61)は、藤村(1952)の主張をある程度説明する現象であるとも考えられる。また、富士山型でなく、山脈の場合でも、鈴鹿山脈の事例のように、臨時観測によって得た結果が既存の観測施設によるものよりはるかに多い降水量になったことと、それを数値実験的に示した後町・中島(1971)の議論から推論しても、メッシュ気候値よりかなり多い平均年降水量になるメッシュ区画が、日本の山地にはかなり多数存在する可能性がある。

5. まとめ

1979~87の9年間についての、月光川ダム集水域の流出高を検討して、簡単な指数関数型の算定式によって、高度とともに増加する降水量が、年降水量の形でかなり多く発生することを示し、さらに、鳥海山の1000 m 以上の高度では多くのメッシュ(いわゆる1 km メッシュ)区画で、年平均12000 mm 以上という世界最大級の降水量になる可能性の高いことを検証した。また、1958年の多点雨量観測でも、山頂近くで急増する事例のあったことを紹介した。

鳥海山の場合、暖候期には熱帯あるいは亜熱帯の世界的多雨地に相当するような降雨現象がしばしば発生するのに加えて、寒候期の降雪もまた世界最大級であるため、両者いずれの寄与が多くても、降雨と降雪の合計である年降水量は世界最大級になる機会が多いことを示した。

しかし、このような大量降水現象は既存の気象観測施設によっては、ほとんど知られていなかった。既存の気象観測値に準拠したメッシュ気候値には反映されにくいものであるが、そのメッシュ気候値でも日本の平均年降水量は上方修正になることを示しているのだから、既存観測施設よりもさらに高い場所の精度の良い算定値が反映さ

れば、メッシュ気候値の上方修正のあり得ることを示唆した。

鳥海山の事例は、比較的低い高度に多くの多年性残雪が存在することからも考えられるように、多雨と多雪がともに発生する極端な事例かも知れないが、似たような現象は日本海沿岸の山地にはいくつかあるものと思われる。

従来メッシュ算定方法で困難な多雪山地については、ダム流出高を巨大な流域降水量計とみなした降水量に換算することによって、今後の利活用の推進が考えられるメッシュ気候値の改善できることを提言した。

謝 辞

ダム流量データでは山形県河川課の、メッシュ気候値では気象庁産業気象課の御配慮を頂き、データ処理は院生の山口弘貴君に手伝って頂き、鳥海山雨量では、当時教諭として山岳部の指導者であった池田昭二氏から原本を提供して頂いた。これらの方々に深く感謝します。

参考文献

- Carlquist, S., 1980: Hawaii: A Natural History. Honolulu, S.B. Printers, 468.
- 藤村郁雄, 1952: 標高と降水量, 東管気研誌, 11, 299-302.
- 後町幸雄・中島暢太郎, 1971: 鈴鹿山脈周辺の降水量について, 京大防災研年報, 14(B), 103-117.
- 気象庁, 1986: 気候値メッシュファイル作成調査報告書(降水量), 47.
- 桑原英夫, 1975: 日本の平均年降水量について, 水利科学, 18(6), 61-78.
- 野口正三・桑原英夫, 1974: 多雪山地流域の降水と流出, 水利科学, 17(6), 67-87.
- 野口泰正, 1983: ハワイ諸島にみる自然環境の多様性, 地理月報, No. 311(1983年12月号), 1-5, 22.
- 岡村敏夫, 1987: メッシュ気候値, 気象, 31(6), 8-11.
- 坂上 務, 1969: 山岳降水量に関する研究, 九州大学農学部学芸雑誌, 24, 29-113.
- 土屋 巖, 1964: チェラプンジ, 「アジアの気候」古今書院, 353.
- , 1981: ランドサットデータによる鳥海山の残雪の季節推移の数値解析, 雪氷, 43, 155-161.
- , 1983: 小さなダムの流量報告に基づく鳥海山の残雪流出解析, 天気, 30, 590-594.
- , 1985: 鳥海山の小規模氷河現象, 1972~1983, 地理, 30(2), 73-85.
- , 1988: 鳥海山小氷河群, 1972~1987の推移, 昭和63年度日本雪氷学会全国大会講演予稿集,

18.

———, 1990: 鳥海山の深雪地帯における積雪底と土壌表層の 1986/87 温度通年観測, 天気, 37, 45-52.

Tsuchiya, I., 1984: A very small glacier on Mt. Chokai, Janan, 1972-1981. Geogr. Rev. Jpn., 57

(Ser. B.), 142-153.

山形県酒田市立第二中学校山岳部, 1958: 鳥海山の気象, 96p+5 chart.

吉田作松, 1951: 岩手山における雨量の高度分布, 気象庁研究時報, 3, 364-367.



平沼 洋司 著
くらしとビジネスの
お天気経済学

恒友出版, 1990年5月刊
281ページ, 定価1,200円

「お天気経済学」という経済学の分野がないことは容易に想像できるので, 本書がお天気に関する話題を取り扱っていること明らかである。そしてその場合, 話題がくらしやビジネスと関係するであろうことも, おおよそ見当がつくことであろう。そうすると, 「くらしとビジネスの」という修飾はなくてもよいことになる。そればかりか, この修飾のために, 近時話題となっている地球環境問題に関する記述が, 量的に本書の後半を占めていることを予測し難い。本書の紹介も, この二つに分けて行わなければならないことになる。

まず, 「くらしとビジネス」すなわち商業等と天気との関係である。「あとがき」に述べてあるように気象と経済の関係について定量的に解析することは必要なことである。何事であろうとも世の中の出来事を正確に認識するということは, 望ましいことであるという単純な理由だけではない。世界気候計画(WCP)の中の, 世界気候利用計画(WCAP)や世界気候影響調査計画(WCIP)における問題設定, すなわち比較的短期的な気候データの有効利用と長期的に歴史の動向に影響を与え得る因子としての天気を始めとする大気現象について客観的な議論を展開することが, 現在要請されている。といっても, このことはたやすいことではない。

しかし, 必要なことであるとすれば, 本書が取り上げているような事例を積み重ねて行くより方法はないであろう。それらが, ある時間断面における瞬間的な姿であることは現状では止むを得まい。今後, その周辺の変動の中で歴史的な展開としての把握の方向に進むことが望まれる。このような立場からの紹介がなされることは本書の企図する範囲を大幅に超えていることと思わ

れるが, この種の議論が進んでいないことを考えるといわずにはその段階まで踏み込むことが必要になる。

次いで, 地球環境問題との関係である。今日「お天気経済学」という趣旨で書物を著すならば, 如何に入門的, 初歩的なものであっても, この問題を避けて通るわけにはいかない情勢にあることは明白である。というより, 問題の複雑さから地球環境問題をめぐる議論が初歩的段階にとどまっている現実が, 本書にも世の中を啓蒙する義務を生じさせているということであろう。

しかしながら, この立場から本書の内容には疑義が無くもない。たとえば, 雪を利用した温度差発電でフロンを用いる事例で, 今問題となっている大気中への漏出は外部に漏らさない循環方式をとっているので心配ないと簡単に片付けられている件である。冷蔵庫で冷媒として用いられているフロンも, それが漏出しないから冷蔵庫として機能しているのであり, 廃棄後環境に対して全く配慮すること無く大気中に放出されることが今問題となっているのである。著者が, エネルギーや資源の節約が重要であること本書中で度々述べているので, このような指摘は揚げ足取りに近いが, 敢えて指摘することとした。

商業等と天気の関係と地球環境問題を本書という形で結び付けるからには, 両者の有機的な結合がもっと試みられているかと思ったが, ほとんど行われていない。両者の結合ということは目標にする価値がある。たとえば, 電力の使用量の記述とエネルギーの無駄使いの話を結び付けること等が可能であろう。

以上紹介というより批判が過ぎてしまっている。しかしこれはこの分野に膨大な蓄積を持つ著者の今後の活躍に対する期待の表れである。

堅苦しいことから離れると, 最も面白いのは「CM気象学」である。TVCF等のコピーのコレクションであり, CMの受け手が気象及び気象用語に持つであろう意識をコピーライターという人種がどう考えているか, すなわち日本人の持つある種の平均的気象像が推測できる。(お茶の水女子大 地理・田宮兵衛)