

Fig1-3 Stochastic estimation of "duration precipitation"

水流量の瞬時値による評価に頼るのではなく、経時的な過程における評価や解析手法を採るべきである。その一手法として、「期間降水量」の概念を渇水の解析に適用し、経時的予測手法としての有効性を試みた。その結果、期間降水量の概念は利水計画等に十分適用でき、水管理・運用における対策に有効な方法であると推測される。このことは、水資源の時間的スムージングがある程度可能な場合には、渇水の厳しさの程度は、短時間の降水量よりも長期間の降水量に関わっていることでもある。

水不足時の対策と水運用計画への降水量の depth-duration 解析の利用は、期間降水量の生起率あるいは出現率がすでに判明しており、任意の適用期間内に設定した降水量をその期間の降水経時変化（降水履歴）によって、逐次修正することも出来る。

渇水の発現構造の解明に関する基本的な考えは、「期間降水量」の概念に基づく応用および少雨の depth-duration 解析結果の組み合わせである。

昭和 53 年「福岡渇水」と平成 6 年「列島渇水」を体験して感じられたことは、他の災害にも通じることではあるが、得られた貴重な情報がその都市内域や近隣、あるいは類似した都市形態を有すところへ伝達されていなかったのではないかと。喉元を過ぎてしまえば、その場限りの尻切れトンボで、体験を共有することがなにより異常に少なく感じられる。被災体験をトレースして、その成果

を二度と繰り返さない、むしろ二重にも三重にも生かす努力が防災の宿題として残ったままであるように感じられる。さらには、救援活動における秩序とその意義深さ、そしてそのための系統化された体制作りも必要である、と思われる。

2. 西日本地域における干ばつ害と対策について

大場 和彦

2.1 はじめに

1994 年の西日本地域の天候は 1993 年の冷夏・長雨とは対照的に、梅雨明けの 7 月から 10 月までの約 4 ヶ月において、稀にみる少雨・多照、高温が長期間継続した。このため、西日本全域に水不足が広がり、農作物及び社会生活に甚大な被害を与えた。

このように、最近の異常気象による気象変動の中で、今後の地球温暖化に伴う降水分布形態の変化や降水強度の違いが予想される。少雨年には都市用水、工業用水の逼迫による農業用水への影響が現実のものとなりつつあり、水田・畑作、果樹等の農業生産安定向上のためには、水資源の有効利用技術等を含めた干ばつ対策技術の開発を推進する必要がある。

・九州沖縄農業研究センター

本研究では、1994年における西日本九州地域の干ばつによる農作物被害の実態と今後における干ばつ対策に対応する基礎的資料を得ようと取りまとめたものである。

2.2 西日本地域における干ばつの出現頻度

わが国の干ばつの記録は、歴史的史料によると推古天皇(625年)時代が最初で、それ以降から1900年までに約500回の発生を記録している。九州の隣国である韓国における干害発生頻度は魚による研究があり、同期間での早・大旱の干ばつ回数は490回で、わが国での回数とはそれほど大きな差はなかった。また中国の山西省・甘肅省・寧夏省・青海省を合計した干ばつ回数は371回である。その中で、7世紀以降から現在までの九州と韓国の干ばつ出現回数の変化を図2-1に示す。九州・沖縄地域に限定すると干ばつは約292回を記録している。1901年以降の現在(1997年)までの九州・沖縄地域での干ばつ現象は70回を記録しており、約3年に2回の回数で出現していることになり、かなり高い出現頻度である。また、干ばつは梅雨期の寡雨に始まり梅雨明け以降の7月と8月に出現回数が多い。これは現在も変わっていない。

2.3 1994年における西日本地域の気候乾湿指標の分布

干ばつの発生は耕土層内の水分状態で決定されるもので、供給成分(降水量)と放出成分(蒸発

散量)とのバランスによって決まる。この水分バランスを特徴づける指標として気候乾湿指標が広く用いられている。著者らは、次式で示されるMortonのCRAEモデルによる実蒸発散量から作物水分ストレス指標と放射乾燥度についての計算を行った。

$$CWSI = 1 - (AET/PET) \quad (1)$$

$$RI = Rn / \iota P \quad (2)$$

ここで、 AET はMortonモデルによる実蒸発散量、 PET は同モデルから求められる湿面蒸発量、 Rn は純放射量、 P は降水量、 ι は水蒸気の気化潜熱を示す。 $CWSI$ の算出を試みた結果、作物の生育状況と一致していることを認めた(大場ら, 1997)。これらの指標を気象官署のデータを用いて計算した。その結果の一例、西日本地域における1994年の干ばつ年の7月~9月の3ヵ月平均値における指標状況を図2-2に示す。西日本地域における $CWSI$ の分布は、瀬戸内海沿岸部に近い松山、広島、岡山及び多度津が0.30以上の値を示し、九州西北沿岸部も0.3以上で、北部地域は0.20~0.30の範囲内である。また、放射乾燥度 RI は $CWSI$ と同様に松山、広島及び呉地域が4.0以上の値を示し、九州西部沿岸部が3.0以上の値を示した。これらの地域の干ばつ被害が極めて大きかった。

2.4 干ばつの被害形態

干ばつ被害の形態は、九州地域を例に干ばつ被害事例集と過去干ばつの歴史年表(大場ら,

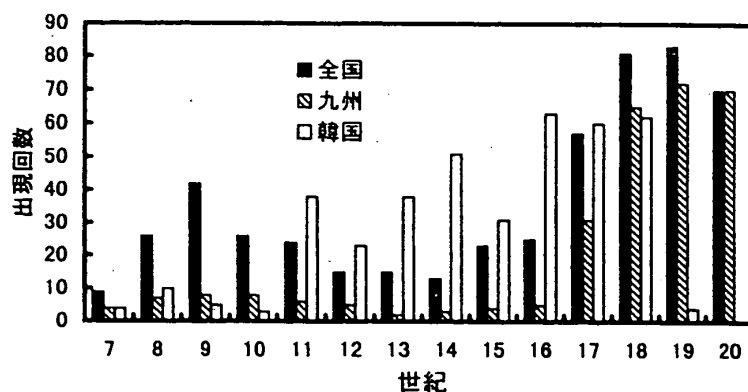


図2-1 西日本地域内における干ばつの出現回数

1999) を参照してみると、九州における降水量の分布形態から、以下のように分類される。

①梅雨期前後の降水量が少ないことによる作物の播種・植付適期の遅れによる干ばつ被害。

②夏季の少雨により、作物の生育遅延および葉の萎凋や枯死、飲料水の枯渇や電力需要等、生活に影響を及ぼす干ばつ被害。

③干ばつ期間が梅雨期から夏季・秋季へと長期間になったときの干ばつ被害。

最近の干ばつを例にとると、1934年の干ばつは①に、1978年は②に、1894年、1964年、1994年は③にそれぞれ分類される。

大場ら(1988)は、南九州地域での連続干天が起きやすい時期は5月と7～8月であることを指摘しており、これは上記の分類①、②に当てはまる。九州地域では5月の水不足は高冷地の水稲や畑地でのカンショの移植時期、平坦地での夏作における陸稲、露地野菜、トウモロコシ等飼料作物の播種時期で、発芽不良、植付不能による生育遅延を生ずる時期である。6月の水不足は普通期水

稲の代かき期、田植期の遅れにつながり、7～8月は水稲が生育遅延や不稔粉の発生、ミカンが果実肥大期、秋ダイズ播種時期の遅延、露地野菜の栄養器官の肥大不良、受精力低下による結実不良、奇形果の発生、トウモロコシでは下葉の枯れ上がり等の時期に相当する。

このように、作物の水分欠乏に敏感な時期は野菜・果樹の結球期、結果期、結莢期、開花期から登熟期、栄養生長期の順である。作物が氷ストレスを回避したり耐えるための機構は、①短期間で生育を終わらせること、②干ばつ時に落葉すること、③長期の休眠に入ることである。一方、機能は、作物体内の水ポテンシャルを上下させて耐性を高めることである。これらの回避と機能を十分に活かした作物栽培計画と栽培技術の開発が必要である。

2.5 九州各県の実施した干ばつ対策

気象台から少雨に関する情報が流れると各県とも県独自の組織体制(干ばつ対策会議)を確立し、

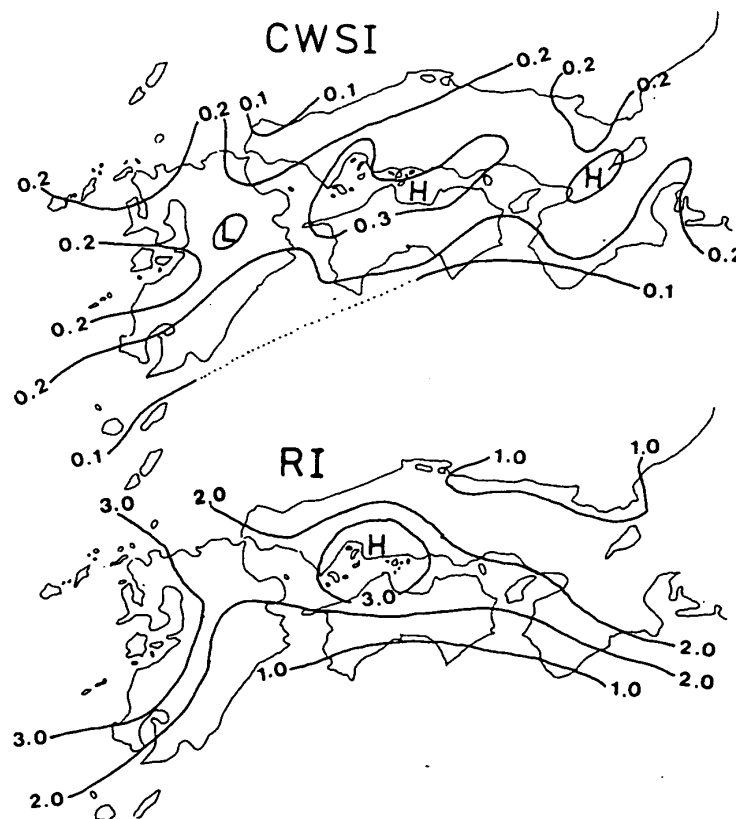


図 2-2 1994 年の西日本地域内における

降水量予測など気象・ダム水量情報を収集し、農作物の生育現状と今後の影響等を想定し、各種の対策が行われた。各県が農作物・家畜への被害の回避・軽減対策を実施した報告（九州地域農業気象協議会資料，1995）を整理すると、共通的にはかんがい用水量の確保と病虫害発生防止策が重点的に行われ、その他の詳細な対策は以下の通りである。

①水陸稲については、麦稈マルチによる土壤乾燥軽減、集落で犠牲田を設けての用水を確保し、共倒れ防止策、漏水防止や利用可能なかんがい用水量に応じた水管理または節水栽培、かんがい用水の水質調査による塩害防止、間断かん水による節水の徹底、掛け流しの防止、生育診断による出穂期、収穫時期の把握と適宜かん水など。

②野菜・花卉については、敷き藁、株元かん水、早朝かん水、被覆資材の利用でハウスやポット等の降温・遮光・通風を図ると共に、露地では敷き藁マルチ、畦間かんがい、水質の定期検査による生育障害回避、出荷方式の切り替えなど。

③果樹については、幼果の新聞被覆で日焼け発生防止および日焼け防止剤散布、マルチング等による水分・蒸発抑制対策、適正結果量の維持、貯水池の設置やボーリング等による用水確保、タンクでの用水運搬による局所かん水や井戸水のポンプアップによる樹体と果実品質低下防止策など。茶については茶摘採後のかん水、幼木園の敷き藁かん水とハダニ類の防除など。

④畜産については、大型扇風機、細霧システム、寒冷紗、飼育密度緩和による畜舎環境の改善、飼料作物の秋作への早期転換確保、飲料水確保と高カロリー給餌、給餌回数増加で体力維持回復等である。

2.6 今後の問題と研究の展開

1994年の干ばつは、梅雨期間中の少雨傾向から始まり、連続している状況であるが、都市部及び島嶼部で生活用水が不足し、長期間の給水制限が行われた。今回の干ばつが農作物に与えた影響は、干ばつ状態が集中的に長期間にわたって発生しており、農作物被害が大きかった。今日、九州

地域における水田の用排水を含む基盤整備は30a以上の区画整備面積が18.4万haで、整備率が52.1%で全国平均54.1%より僅かに低い状況である。また、畑地かんがい施設整備面積は5.85万haで、整備率が21.8%で、全国平均（16.2%）を上廻っているが、全畑地の1/5程度である。しかし、拡大の余地があるけれど、山間・高冷地などの地形条件と気象条件により水利用期間等が限定されるので畑地かんがい施設導入にも問題がある。現在の天水依存型農業を積極的に展開し、温度・養分確保と土壌表面蒸発を抑制するフィルムマルチ農法や深耕農法による下層の水利用の拡大が必要である。また、九州の農業では水利用型農業が展開されているが、干ばつ防止の補給水、凍霜害防止水が重点に行われ、多目的水利用の発展までには至っていない。そのため、天水依存栽培と異なる水を活かした畑作栽培技術の確立とその研究推進が必要である。

今後、地球温暖化に伴う温度上昇により、九州地域も温暖気候区から亜熱帯気候区へ移行する可能性もあり、降雨形態の変化や降雨強度の変化等の問題が予想される。その中で、世界の気象に影響を与えたといわれる1997年のエルニーニョ現象は今世紀最大規模となり、インドネシアの干ばつ被害等が報道され、大きな社会問題に発展した。さらに、人口増加と生活水準の向上に伴う水需要の増加も懸念されている。ダム設置、森林の保全による水資源確保の観点から、河川流域内外での上流と下流域での生活者の意志疎通問題（所得保障等）や環境保全問題が重要となっている。

今後、研究すべき課題は干ばつ発生の予測である。しかし、干ばつ発生の早期予測技術、長期予報の精度向上が必要になる。これらの研究は太陽の黒点数と干ばつの関係などが行われているが、経験的なものでしかないところがある。現在は大気循環モデルによる予測技術が開発され、精度も向上しているが、長期的な予測ではまだ難しい。また、気象変動とエルニーニョ・南方振動現象との関係解明やエルニーニョの地球規模での環境への影響評価を解明する必要がある。

一方、植物の生理生態分野の研究発展により水

分ストレス研究が進展しており、作物側からの研究も発展するものと考えられる。それに対応した研究は、作物の水分生理・消費特性の解明や耐干性遺伝子を組み込んだ作物の育種技術の開発である。また、地理情報システム (GIS) と土壌情報を利用した地域の特性を配慮した干ばつ発生の変動性、各種作物の干害発生評価の基準化および干ばつ軽減には地域気象を考慮した節水栽培法の技術研究も必要である。さらに、水資源確保と環境保全及び水の制御と利用等、防災営農研究の推進がもっと必要であると考えられる。

参 考 文 献

- 1) 大場和彦, 鈴木義則, 黒瀬義孝, 丸山篤志: 九州・沖縄地域における干ばつの農業気象学的解析, 九州農試研究資料, 86, 1999.
- 2) 大場和彦, 小林一雄: 南九州畑作地域における灌漑用水の需要構造に関する研究, 九州農試報告, 25 (2), 1988.
- 3) 大場和彦, 丸山篤志, 脇山恭行: 温暖地畑のかんがい用水量のデータ集 (I), 九州農試研究資料, 84, 1997.

3. 1994 年大渇水中の福岡都市圏住民の意識調査に基づく今後の水資源政策の在り方

河村 明・・神野健二・

3.1 はじめに

1994 年は夏から継続する小雨のため全国的に渇水が頻発した。特に福岡市を中心とする福岡都市圏 (22 市町村) においては、14 市町が給水制限を実施し、1995 年 5 月まで給水制限を強いられた自治体の数は 7 つにのぼった。福岡市は、今回全国で給水制限を実施した自治体の内で、最も遅い 5 月 31 日まで給水制限を継続し、給水制限日数は 1978 年の福岡大渇水時の 287 日を抜き 295 日を記録した。

福岡都市圏は域内に一級河川を持たず、元々地勢的に水資源に恵まれていない。このため急増す

る人口に対し、小規模な水資源開発を数多く行うことにより、水需要増に対処してきた。特に、1978 年の福岡大渇水以降、福岡市をはじめとして各自治体や国・県では様々な水資源開発を行ってきたが、福岡都市圏住民の間にはこの地域における抜本的な水資源対策を求める声が高い。一方、福岡都市圏は流域外の筑後川からの域外導水におよそ 30 % 依存しているが、今回の渇水では筑後川流域側からは域外導水に対する「都市の論理」、すなわち都市圏側の水供給体制に疑問が投げかけられた。

本報は、1994 年大渇水中の福岡都市圏住民を対象に行ったアンケート結果を基に、都市圏側の住民が現状の水資源対策に対してどのような考えを持っているかを調査したもので、今後の福岡都市圏の水供給体制の在り方についてその方向を探ることを目的としている。

3.2 調査方法とアンケート質問内容

1994 年大渇水中の 1995 年 1 月から 2 月にかけて、福岡都市圏 22 自治体の住民を対象に、「水利用および水資源政策に関する住民アンケート調査」を実施した。アンケートの質問内容は表 3-1 に示す 20 問である。表には各問に対する選択肢の部分は紙面の都合上割愛している。総数 290 のアンケートを配布し 247 の回答を得た。回収率は 85.2 % であった。なお、配布にあたっては、当時の建設省九州地方建設局渇水対策本部、福岡県渇水対策本部の御協力を得て、各自治体水道担当部局を通じて行った。調査対象者は各自治体の町内会長としたが一部は当研究室において対象者を抽出した。

3.3 調査結果と考察

問 1 ~ 問 19 に対する集計結果を図 3-1 に示す。図 3-1 では、福岡市と周辺自治体、給水制限実施自治体と不実施自治体のようにカテゴリー分類を行わず、福岡都市圏全体として集計している。本報ではこれに対し考察を加え、福岡都市圏全体としての意見集約を行っている。なお誌面の都合上、幾つかの問に対する考察は割愛している。

・九州大学工学研究院環境システム科学研究センター