

II-374

計画渇水策定のためのCDD法とPTGの提案

地球規模のデータによる確率渇水降水量と保証期間のある水資源計画

正会員 工学博士 小寺隆夫

1. はじめに

水資源計画あるいは貯水池の運用のために、水源あるいは消費地域内の各地点における未来の降水量を予測しなければならない。著者は、降水量はrandom variable（確率変数）であって、確定的に予知することはできないが、過去のデータを用いて確率をもった値として知ることできると考える。著者は、確率渇水降水量を求める問題を、その渇水降水量の母集団としての気候区（以下「目的の気候区」という）を推定する問題としてとらえる。確率渇水降水量を求める地点（以下「対象地点」という）の渇水降水量のデータ（以下「対象地点のデータ」という）は、目的の気候区の標本である。地球規模で考えた各地点の渇水降水量のデータ（以下「各地点のデータ」という）も、それぞれの気候区からの標本と考えられる。著者は、対象地点データと各地点データを比較して、目的の気候区と同一の気候区と認められる各地点データは、すべて、目的の気候区からの標本であるとみなして、対象地点の確率渇水降水量を求めるCDD法を提案した。統計期間が10年で、目的の気候区と同一とみなされる地点が20地点存在すれば、California法により200年確率までの対象地点の確率渇水降水量が内挿で推定できる。

従来、我が国の水資源計画は「10年確率」の渇水を対象としてたてられていた。この計画は「長期間平均して見れば10年間を超える期間破綻しない」ということである。これに対して、著者は、10年の保証期間のある水資源計画PTGを提案する。連続する10年間に計画が破綻し、水不足が発生する確率が5%以下の計画である。このためには、200年確率渇水を計画渇水としなければならない。CDD法によって内挿によって求めた200年確率の渇水降水量によって10年間保証の（水資源）計画PTGが立てられる。またPTGの考え方は、貯水池の運用を合理的に行うことに役立つ。

CDD: 気候区確率渇水降水量 Climate probable Depth in Drought

PTG: 保証期間のある計画 Project with Term of Gurantee

California法: N年間の渇水降水量データの小さい方からR番目の渇水降水量をN/R年確率とする方法

2. 渇水降水量の定義

本論においては、渇水降水量を「ある地点、ある年、ある季節内のある時点以前の、ある継続時間内累加降水量の最小値」と定義する。たとえば「名古屋地点1994年夏期6旬渇水降水量」とは、名古屋地点の1994年夏期（6月初旬から8月下旬）の、ある旬以前の連続6旬内の累加降水量9組の中から最小のものを指す。

3. CDD法 地球規模のデータによる確率渇水降水量の推定法

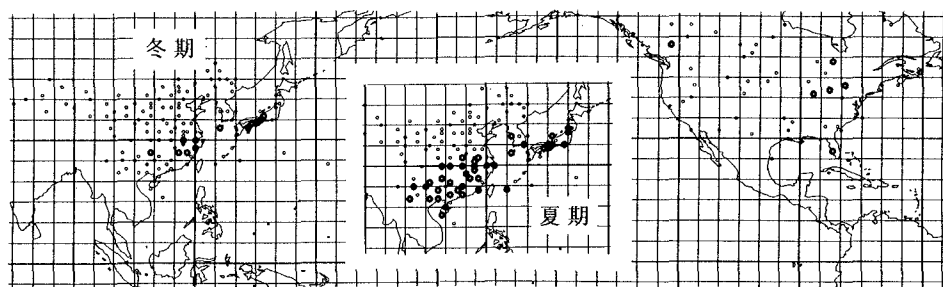
気候区の同定: 気候区は、母数によって特定できる。正規分布とみなされる気候区の母数は、母平均と母分散である。ふたつの気候区の母平均、母分散について、それぞれ差の検定を実施し、ある有意水準の下に、ともに「差があるとは断定できない」とされた場合、著者は、両気候区は同一気候区であるとする。母平均の検定はt検定、母分散の検定はF検定によって行う。有意水準は5%とする。

正規化: 一般に降水量は、そのままでは、正規分布とはならない。なんらかの方法で正規分布に変換する必要がある。対数あるいは3乗根（冪指数0.33）をとれば正規分布に近似できることが経験的に知られている。しかし、肝心の「分布の左端部」での適合が必ずしもよくない。著者は、目的気候区と同一の全ての気候区からの全データによるCalifornia法の分布と正規分布が、解析目的の非超過確率の点で一致するようなひとつの冪指数を用いることを提案する。

CDD法: 最初に冪指数を仮定して対象地点および地球規模の各地点のデータを変換する。地点毎に標本平

均、標本分散を求め、対象地点の気候区（目的の気候区）と各地点の気候区の差の検定を行う。同定された全地点のデータのCalifornia法による分布と正規分布が、解析目的の非超過確率の点で一致するかどうか確認する。一致しなければ、一致するまで冪指数を変えて同じ操作を繰り返す。最終的に同定された全気候区（対象地点の気候区を含む）の全データによって、California法により目的の確率渇水降水量を求めることができる。

「名古屋地点夏期および冬期6旬100年確率渇水降水量」における目的の気候区に属する地点を図に示す。統計期間は1995-1994の10年間である。最終冪指数は夏期0.50、冬期0.83であった。黒丸が目的の気候区に属する地点である。夏期は41地点で北緯20-40度、東経100-140度、中国大陸沿岸部、朝鮮半島に分布している。冬期は19地点で北緯25-30度の中国大陸沿岸部および北アメリカ東海岸、カナダ西海岸に分布している。細小丸は本解析の対象とした全地点（201地点）のうち図の範囲にある地点で黒丸と重なる点以外の地点である。これらの分布はケッペンの気候区分によく似ている。200年確率渇水降水量は夏期：10年/地点 $\times$ 38地点=380年の第2位45mm(113mm)、冬期：10年/地点 $\times$ 19地点=190年の第1位3mm(29mm)である。（）内は10年確率の値を示す。



4. P T G 保証期間のある水資源計画 計画渇水降水量

いま、Tは「計画確率年」で水資源計画の基本となる「計画渇水」の確率年とする。Nは「保証期間」で「保証期間の間に（計画渇水よりひどい渇水が起きて）水不足が生ずることは極めて希な事象」を意味する。連続したN年間にT年確率と等しいかそれより深刻な渇水が1回も発生しない確率Qは $(1-1/T)^N$ で求められる。Qは保証の信頼度を示す。信頼度95%とすれば10年間を保証するために200年確率の渇水を対象として計画が立てられなければならない。そのような「計画渇水」に基づく計画であれば、ある年に異常渇水に見舞われ計画が破綻し渇水騒ぎが起きた後10年間の間に再度渇水騒ぎが起きるというようなことはなくなる。

5. 貯水池の運用への応用

本方法は、貯水池の運用を合理的に行うためにも用いることができる。たとえば、ある貯水池の流域を代表する地点の夏期9旬の計画渇水が、105mmと策定されている場合、6,7月中の降水量が30mmの場合、8月中に期待できる降水量は、少なくとも105mm-30mm=75mmであるとして貯水池を運用できる。

6. C D D法に用いるデータ

本論の解析に用いたデータは、気象庁から提供されたWMO（世界気象機関）の世界気象資料時日別値(DAYA)の2778観測地点データのうち1985-1994の10年間無欠測の201地点のデータである。この分布は、上図に示すように、東アジア地域にある日本におけるC D D法の気候区を包括している。WMOのデータは、コンピュータで即利用可能な磁気媒体で気象庁から提供される。C D D法は、このWMOのデータを用いて実行できる。なお、対象地点の対象地点のデータは、同じく磁気媒体で気象庁から提供されるアメダスのデータあるいは建設省の雨量年表（最近日本河川協会から磁気媒体で発行）を利用できる。観測体制の整備、資料の充実度、地球温暖化に代表される気候変化の進行の懸念を考えると、1985年以降の地球規模のデータを用いる著者の方法は、合理的である。

21世紀の水問題を考えるときに、著者の提言が少しでも参考になれば幸いである。