

## 流域外導水を行う馬場目川と八郎湖周辺河川における新たな渇水指標の提案 Proposal of a new drought index for the Babame river introducing outside-the-basin water transfer and surrounding rivers around Lake Hachiro

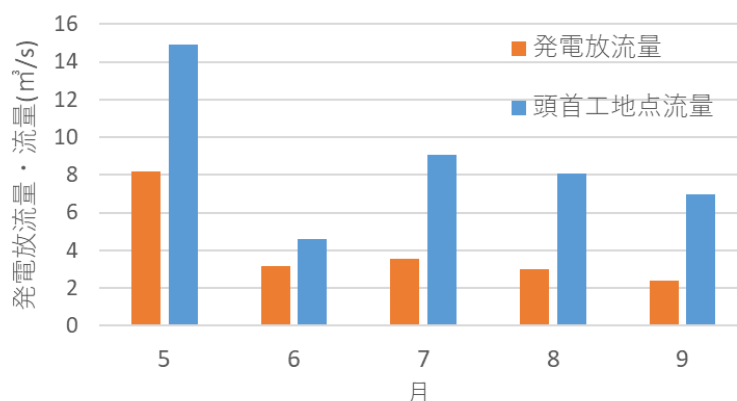
鍋島 晶\* 佐藤祐利\*\* ○増本隆夫 \*\*,\*\*\*

NABESHIMA Akira\*, SATO Yuri\*\*, ○MASUMOTO Takao \*\*,\*\*\*

**1. はじめに** 秋田県の八郎湖流域の上流部では、大河川である雄物川、米代川、子吉川等の河川流域で種々の農業水利事業が実施されてきたことに比して、普通年でも渇水が発生し易いといわれその解決が喫緊の課題とされる。また、域内で最大流域面積を持つ馬場目川は流域外(小阿仁川)に位置する萩形ダムから発電用水としての放流水を農業用水として利用しているが、その効果の大きさは明らかにされていない。そこで、本研究では、まず馬場目川を取り上げ、流域外流入機構のモデル化とその農業用水への影響を明らかにする。次に、域内で最大流域面積を有する同河川も含めて八郎湖への全流入河川(20河川)を対象に、分布型水循環モデルを活用して各河川の渇水流量と農業水利用の関係を導き出す。そこでは、河川流量と農地面積や灌漑必要水量との関係を比較検討し、新たな渇水指標の提案を行う。その特徴は、ある確率年に対するものではなく、対象全期間を見据え確率分布を考慮した指標の提示である。一連の検討は、気候変動を考慮した将来的な渇水対策や流域水管理の検討に繋げることができる。

**2. 研究方法** まず、流域外の萩形ダム管理者や流域内の土地改良区への聞き取り調査とデータ収集を行うとともに、国内外の渇水指標の文献調査を行う。萩形ダム流域のモデルは米代川流域の一部として作成し、八郎湖流域の流域モデルと分布型水循環モデルとに結合する。作成したモデルにより、必要な取水地点における河川流量、頭首工地点での取水量、農地における必要水量、蒸発散量と浸透量、水稻移植日と収穫日等を算定する。具体的には、馬場目川の真崎堰頭首工地点において地区外からの流入量がどれだけ重要であるかを年、月、灌漑期間毎で比較検討する。次に、馬場目川を対象に農業用水側から捉えた新たな渇水指標の提案を行う。そこではある灌漑地区の取水地点(頭首工、揚水機)を対象とし、河川流量、施設容量、農業用必要水量を決定する。その後、同河川内の全灌漑地区で同様の算定を行い、重みを付けてその流域における渇水指標とする。この工程を他の 19 河川流域でも実施し、算定値を比較検討する。最後にこれらをまとめて八郎湖全流域における渇水指標とする。

**3. 結果と考察** 馬場目川流域では萩形ダムからの発電用流入水は非常に大きな存在となっているが、聞き取り調査等により、2023 年 9 月のため池用水を追加利用事例など、毎年渇水が発生しているとの認識がある。一方で、発電放流量は頭首工地点流量が少ない月ほど高くなっており、その量が農業用水の多くを賄っていることになる(**Fig.1**)。



**Fig.1** 発電放流量と頭首工地点流量の比較  
(2001~2023 年の日平均量)  
Comparison of amounts between power generation discharges and runoff at a head work point

\* 秋田県北秋田地域振興局 Kita-Akita Regional Development Bureau, Akita Prefecture

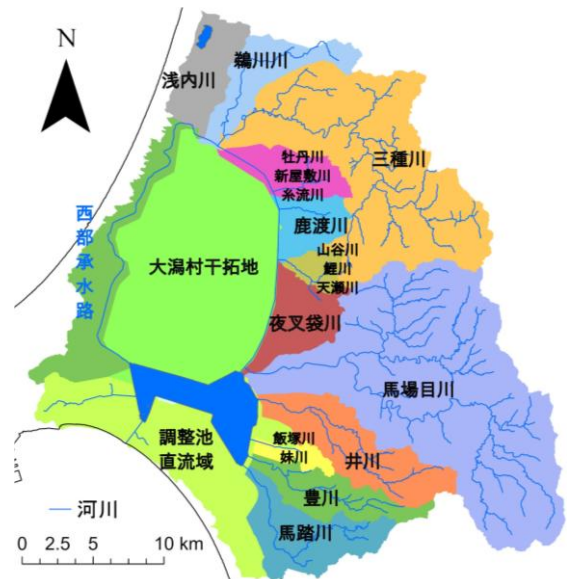
\*\* 秋田県立大学大学院生物資源科学研究科 Graduate School of Bioresource Sciences, Akita Prefectural University

\*\*\* サンスイコンサルタント SANSUI Consultant

キーワード: 分布型水循環モデル、八郎湖流域、農業水利用、渇水指標

DWCM-AgWU, Hachiro Lake catchment, agricultural water use, drought indices

次に、**Table 1**に示す5段階からなる新たな渇水指標を提案した。すなわち、1)可能灌漑水量(あるいは実灌漑水量)、2)粗必要用水量、3)各地点渇水不足水量、4)ある流域での渇水不足水量、5)ガンマ分布の当てはめ、を利用した段階的渇水指標である。この指標の特徴は、農業水利用における施設規模や作物側の要求水量を考慮し、しかも灌漑期間(作物栽培期間)における渇水の程度を示していることである。また、これはある確率年や平均値としての指標値ではなく、農業側の渇水の程度を分布として表現していることになる。まず、流域の中で最大の流域規模を持ち、流域外流入を行っている馬場目川流域で、各段階の値を算定した。この際に重み  $W$  は灌漑面積比とした(最終結果は、**Table 2** の同流域の値として示す)。さらに、20 支川河川に同法を展開した(**Fig.1**、**Table 2**)。その結果、モデルにより疑似的な実測値の算出可能、第 4(不足量の推定)と第 5(確率年の概念)の算定値が重要、渇水規模が大きくなれば  $a$ 、 $b$  値が大きくなる(反対に、渇水規模小ければ、パラメータ  $a$ 、 $b$  も小さくなる傾向がある、総じて全河川で渇水になりやすい、などが明らかになった。馬場目川では、流域外導水の影響は大きく渇水にはなり



**Fig.2** 八郎湖流域に流入する各支川  
Tributaries around Lake Hachiro

難いことも分かった。この渇水指標は、ある確率年としての値、平均値、暦年分布等で表現可能である。また、将来の気候変動影響の評価もできることも明らかになった。

4. おわりに 本研究では、分布型水循環モデルを八郎湖流域に適用し、馬場目川における発電放流量の影響の大きさを明らかにするとともに、同モデルを活用して新たな渇水指標を提案した。まず、流域外から発電放流は馬場目川流域の河川流量に多大な影響を与えていることが分かった。また、分布型水循環モデルにより算出される各種情報を活用して新たな渇水指標(5段階で算定できる指標)を提案し、①段階4・段階5が重要、②パラメータ  $a$ 、 $b$  の大小で渇水規模の推定が可能、③総じて全河川で渇水になり易く馬場目川における発電放流水の役割は渇水指標からも表現可能、等のことが明らかになった。

4. おわりに 本研究では、分布型水循環モデルを八郎湖流域に適用し、馬場目川における発電放流量の影響の大きさを明らかにするとともに、同モデルを活用して新たな渇水指標を提案した。まず、流域外から発電放流は馬場目川流域の河川流量に多大な影響を与えていることが分かった。また、分布型水循環モデルにより算出される各種情報を活用して新たな渇水指標(5段階で算定できる指標)を提案し、①段階4・段階5が重要、②パラメータ  $a$ 、 $b$  の大小で渇水規模の推定が可能、③総じて全河川で渇水になり易く馬場目川における発電放流水の役割は渇水指標からも表現可能、等のことが明らかになった。

**Table 1** 確率分布を考慮した渇水指標の提案  
Proposal of a new drought index considering probability distribution

段階1) $Q_{iact}(t) = \min(Q_{wr}(t), Q_{if}, Q_{sf}(t))$	$Q_{iact}$ : 実灌漑量、 $Q_{wr}$ : 水利権水量、 $Q_{if}$ : 施設容量、 $Q_{sf}$ : 河川流量、
段階2) $Q_{gw}(t) = Q_{nw}(t)/IE$	$Q_{gw}$ : 粗用水量、 $Q_{nw}$ : 純用水量、 $IE$ : 灌漑効率、 $Q_d$ : 渇水不足水量
段階3) $Q_d = \sum_{i=1}^n (Q_{iact}(i) - Q_{gw}(i))$	$n$ : 灌漑期間、 $m$ : 取水地点数、 $W$ : 重み
段階4) $Q_{di} = \sum_{i=1}^m Q_d(i) \cdot W$ $W$ は例えば $W = A_i/A$	$A$ : 流域面積、 $a, b$ はパラメータ: $a = \mu^2/\sigma^2$ , $b = \mu/\sigma^2$ ( $\mu$ : 平均値、 $\sigma$ : 分散)
段階5) $f_v(Q_{di}) = b/\Gamma(a) \cdot [bQ_{di}]^{a-1} e^{-bQ_{di}}$	

**Table 2** 八郎湖流域の各支川における渇水指標の算定結果  
Estimated results of drought indices for tributaries pouring into Lake Hachiro

流域	段階4 (mm)	段階5
調整池直流域	347~594	$a=43.4$ , $b=0.093$
糸流川	131~302	$a=18.6$ , $b=0.082$
西部承水路	272~556	$a=34.2$ , $b=0.078$
馬場目川	2~56	$a=0.58$ , $b=0.056$
夜叉袋川	98~463	$a=10.2$ , $b=0.031$
馬踏川	25~119	$a=9.86$ , $b=0.127$
三種川	310~533	$a=29.1$ , $b=0.067$
浅内川	103~112	$a=19.2$ , $b=0.125$
井川	308~563	$a=28.0$ , $b=0.063$
鶴川川	272~556	$a=34.2$ , $b=0.078$