

インドネシア共和国ラワダナウ湿地の貯水機能の解析 Quantitative Analysis of storing water function in the Lake Rawa Danau, West Java, Indonesia

石川雅也¹⁾、佐藤伸彦²⁾、梶田典男³⁾、塩沢昌¹⁾、佐藤洋平¹⁾
Ishikawa Masaya¹⁾, Sato Nobuhiko²⁾, Kajita Norio³⁾, Shiozawa Sho¹⁾ and Sato Yohei¹⁾

1. はじめに

インドネシア共和国西ジャワ州チリゴン工業団地は、西ジャワ地域の経済発展を図るために、国策の臨海工業開発プロジェクトとして進められた。この工業団地に供給される工業用水・上水など用水の一部はチダナウ川流域にその水源を求めている。ラワダナウ湿地はチダナウ川流域内に位置し、本流域の主要な貯水源である。その周囲を湿地林に囲まれており、カルデラ地形が形成されている(Fig.1)。このカルデラにはかつて広大な湖が存在したが、流域の出口部分にある滝上流部の掘削によって湖の水位が下げられ、開田が行なわれた。この掘削工事と水供給量の増大に伴い、この流域からの流出量は、近年、一貫した漸減傾向にあり、湿地面積は年々縮小されつつある。臨海工業団地をめぐる水資源の状況が逼迫することが予想される中で、チダナウ川流域においては、水資源の確保が焦眉の課題となっており、ラワダナウ湿地の貯水機能と流況変化を把握する事が求められている。そこで本研究では、湿地の貯水機能の把握を通じて湿地水位の変動、それに付随したチダナウ川の流量変化を定量的に解析することを目的とした。以上を踏まえ、湿地と流域に存在する地下水の連続性が高いという仮説のもと、湿地水位、地下水位、チダナウ川限界流形成点水位の変動を測定し、限界流形成点におけるチダナウ川の水利特性との相関から貯水機能の定量解析を行った。

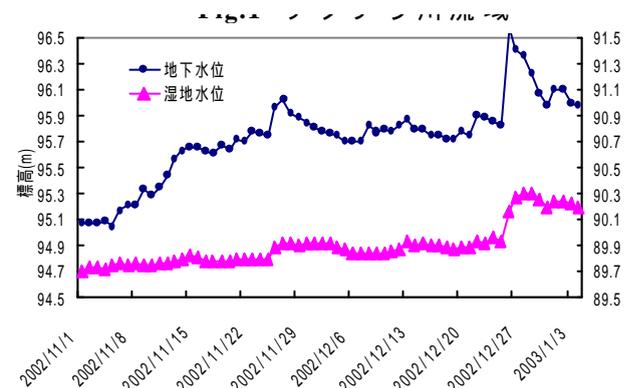
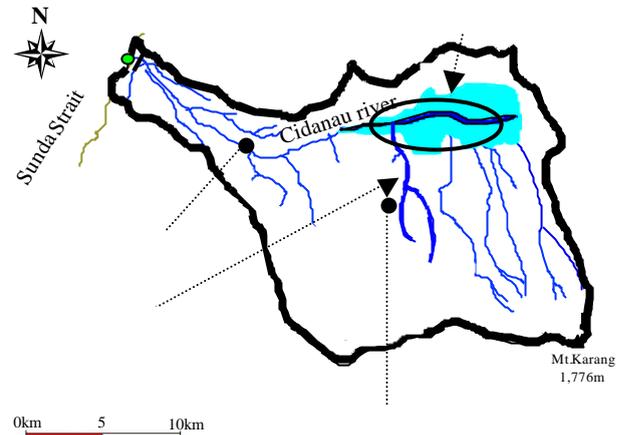


Fig.2 地下水位と湿地水位の変動

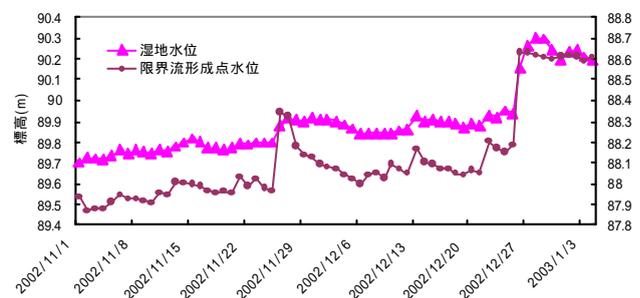


Fig.3 地下水位と限界流形成点水位の変動

1) 東京大学 大学院農学生命科学研究科、2) 日本 IBM、3) (株) 荏原製作所 1) Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo, 2) IBM Japan, Ltd., 3) Ebara Corporation.

キーワード：インドネシア共和国ラワダナウ湿地、流出特性、地下環境

2. 水位変動

地下水位、湿地水位、チダナウ川限界流形成点水位の変動は Fig.2, 3 の通りである。三者間において強い連動性が認められた。また、湿地水位変動幅に比べ地下水位変動が3倍程度大きいことから、湿地の貯水機能よりも地下水の貯水機能の方が大きいことが示唆された。

3. 貯水機能の評価

dt 時間において貯留量変化は「 $dS = (流入量(I) - 流出量(Q)) dt$ 」で表される。一般に貯水機能は、与えられる I の変動に対して Q の変化を緩和する機能であるから、貯水機能を定量的に表す一般的指標は、流出量変化に対する貯水量変化の比であると考えることができる。これを β で表すと、 $\beta = dS/dQ$ となる（ β の次元は時間で、単位流量変化に要する時間を表す）。また、湿地の場合、 dS は湛水面積を表す。湿地の貯水機能は $\beta = dh_r/dh_c \times A(h_r) / dQ/dh_c$ (h_r : 湿地水位 h_c : 限界水深 A : 湿地湛水面積) で表される。

湿地林外縁部の地盤標高はほぼ 90.3m で続いており、湿地林面積が 18.01km² であるから、 $h_r = 90.3m$ の時、 $A = 18.01km^2$ とした。また、湿地林外縁部の水面標高と湿地水位との差が約 30cm と小さかったこと、湿地林外縁部の勾配が 1/300 程度と高かったことから湿地内部の地盤勾配は非常に平坦であると予想され、この勾配を 1/5,000 と推定した。さらに低水時に湛水されるのは湿地の深削された部分のみであるという踏査結果から、湿地内の勾配を3段階で与え、湿地湛水面積 $A(h_r)$ を三段階の一次式で表した。

限界水深形成点における流量 Q と限界水深 h_c は水理特性調査の結果、 $Q = 24.24 \times h_c^{1.5} \dots$ の関係式を得た ($H-Q$ 曲線)。ここで h_r と h_c の関係を一次式で表し、 dQ を式から求め、 β を得た。そして、湿地貯水機能と流量の関係を Fig.4 に示した。ラワダナウ湿地は湿地内部の地盤勾配が非常にフラットなので、水位が高くなるほど貯水機能が大きく発揮されるという特殊な性質が示唆された。特に流量が約

50m³/s(湿地水位に換算して 90.3m 程度)の時、貯水機能が最大となり、平水時(約 20~30m³/s; 湿地水位に換算して 89.6~89.8m 程度)において、湿地の貯水機能は0~1日程度であった。

次に地下水の貯水機能を評価した。地下水の貯水機能は、 $\beta = dh_g/dh_c \times s \times A / dQ/dh_c$ (h_g : 地下水位 h_c : 限界水深 s : 比貯留量 A : 地下水表面積) で表される。ここに、当地域の土壌は火山灰土が堆積しており透水性が高いので $s = 0.15$ とした。また、地下水表面積を湿地流域面積と仮定し、56km² とした。また dQ については、 h_g と h_c の関係を一次式で表し、式から求めた。算出された湿地及び地下水の貯水機能は Fig.4 の通りである。なおグラフ中の矢印は実際の流量範囲を示す。地下水は湿地と異なり、流量(水位)の変動によらず、大きい貯水機能を発揮することが認められた。特に低水時には、湿地の貯水機能がほとんどなくなるのに対し、地下水は貯水機能を発揮していることが示唆された。

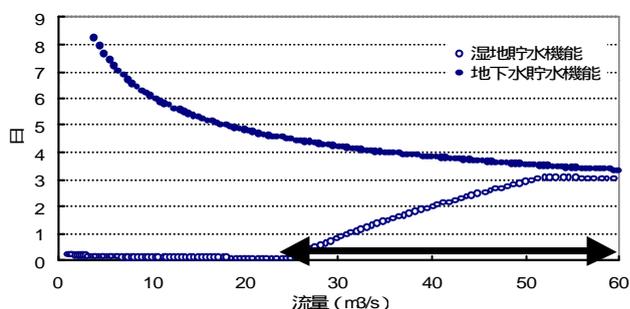


Fig.4 湿地と地下水の貯水機能

4. 終わりに

この流域は地下水とラワダナウ湿地の連動性が高いことが明らかとなった。また、湿地の貯水機能は水位が上がるほど大きくなるという特殊性が認められた。そして平水時及び低水時の湿地の貯水機能は小さく、ほとんど機能しないことが示唆された。さらに、水位変動に関わらず貯水機能を発揮する地下水が、チダナウ川流量変動に大きく作用していることが定量的に明らかになった。最後に、本研究は JSPS 拠点大学学術交流事業によって遂行された。ここに記して、関係諸氏に謝意を表したい。