

関東圏における渇水安定性の評価と水再利用システムの最適化

東京大学工学部都市工学科 ○一ノ瀬俊明・荒巻俊也・山本郷史・松尾友矩・花木啓祐

1. はじめに

現在の都市圏には多様な水利用があり、そのための水供給システムが構築されてきている。特に近年の大都市における絶対的な水需要量の増大は、いくつかの再利用システムを必須のものとしている。この再利用システムを合理的に運用していくためには、用水需要と処理場からの給水確保が時間的に調整されていなければならない。この問題は再利用率の増大とともに顕在化するが、大規模渇水に備えた再利用システムの安定性を検討する上での重要なファクターとなる。

本研究では、用水の需要量と供給量のそれぞれにおける時間変動が再利用システムの不安定性にどのように関わるかを、都市における水利用の時間変動特性及び下水処理場への流入水、処理水の時間変動特性等を用いて調べている。

また、関東地方において水需要と水供給の現況を把握し、近年の渇水時における水利用システムへの影響の検証や、水利用システムの改善効果の評価を行い、将来における最適な水利用システムについて考えている。具体的には、水供給システムの広域化が渇水安定性にどのように影響するかを、関東地方の諸河川をフィールドにして定量的に解析し、夏の渇水を考慮したダムの配置設計、水量管理について検討している。

2. 新宿副都心地域における再利用水受水槽水量管理の実態

東京都では水資源有効利用のモデル事業として、新宿区落合処理場で高度処理（急速ろ過）した処理水の一部を水リサイクルセンターに送り、ここから新宿副都心地域の高層ビル群へ水洗便所用水として供給している。

このモデル事業地では、17（1991.11 現在）のビルが再利用水の供給を受けており、このうち、ビルA及びビルBにおける受水槽流入量の記録を Fig.1に示す。この2つのビルの流入量日変動は極めて対照的である。このような日変動パターンは、受水槽水位の管理方式によって決まることが明らかにされた。ビルAでは受水槽の水位が常時一定となるように運転されているため、受水量は推定される使用量日変動とほぼ平行な変化を示す。一方、ビルBでは常時受水量が一定であり、受水槽水位は1日周期で上下することになる。

このように、受水槽運転・管理方式の混在は、下水処理場からの送水量の時間変動と送水能力の構成に対し、少なからぬ影響を及ぼしているものと考えられる。この問題は送水側及び受水側の施設設計にとって基本的な課題であり、再利用システムを考える上での重要な検討課題といえる。今後の研究の展開の中で検討していく予定である。

3. 関東圏における渇水安定性の評価と最適な水資源利用システム

AMEDAS観測点の半旬降水量データ（1980年～1989年の10年平均値）を用いて、地点間の相関係数によるクラスター分析を行い、降水特性による関東地方の地域区分を行った。解析時間の単位として半旬を用いた理由は、渇水という現象からみてほぼ等しいタイムスケールであること、総観気候学の分野でよく用いられる単位であり、日本付近の前線や気団の挙動と併せて解析がしやすいこと等が挙げられる。解析対象領域は、利根川、鬼怒川、那珂川、荒川、多摩川及び相模川流域に分布する102 地点とした（Fig.3 参照）

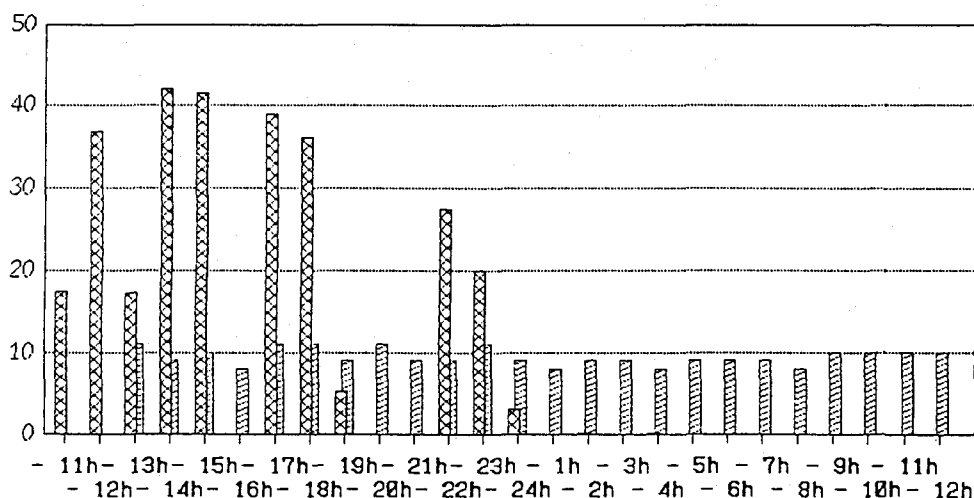


Fig.1 新宿副都心地域のビルにおける再利用水受水槽流入量の記録（一部抜粋）

 ビル A : 1991.3. 4.10:00 - 5.10:00
 ビル B : 1991.3.11.12:00 - 12.12:00
 単位 (t/h = 立米/時)

分析結果を、Fig.2 並びにFig.3 に示す。地域区分の結果は以下のようにまとめられる。

M（水戸）タイプ：利根川、鬼怒川中流部及び那珂川下流部に分布する。40mm/5days 以上のピークは6月下旬（梅雨）、8月上旬、9月上旬及び下旬に現れる。

T（東京）タイプ：江戸川、荒川、多摩川及び相模川下流部、つまり臨海都市域に分布する。Mタイプに比べ、梅雨のピークが鋭く、寒候季にもところどころ小さなピーク（2月及び3月中旬）を持つ。

J（常総）タイプ：利根川下流部に分布する。通年雨量は最も少ない。波形はTタイプに類似するが、ベースが低い。

A（安房）タイプ：房総半島に分布する。ベースはTタイプに類似するが、梅雨以外のピークが鋭い。

N（日光）タイプ：渡良瀬川、吾妻川流域及び鬼怒川、那珂川上流部に分布する。前述した平野部の4タイプに比べ、降水が暖候季に集中し、標高を反映して通年降水量も多い。N1タイプ（鬼怒川、那珂川上流部）とN4タイプ（吾妻川流域）では暖候季の波形が大きく異なり、前者は9月上旬、後者は8月中旬に極大（約 70mm/5days）となる。時期や地形等より、台風や雷雨による降水が効いているものと思われる。

K（草津）タイプ：利根川上流部に分布する。Nタイプに比べ、暖候季のピークは小さいが、1月～4月のベースが高い。

C（秩父）タイプ：利根川中流部、荒川、多摩川及び相模川中・上流部に分布する。極大は7月下旬にある。Nタイプに比べ、暖候季のピークは小さい。2月中旬のピークは平野部に見られた特徴である。

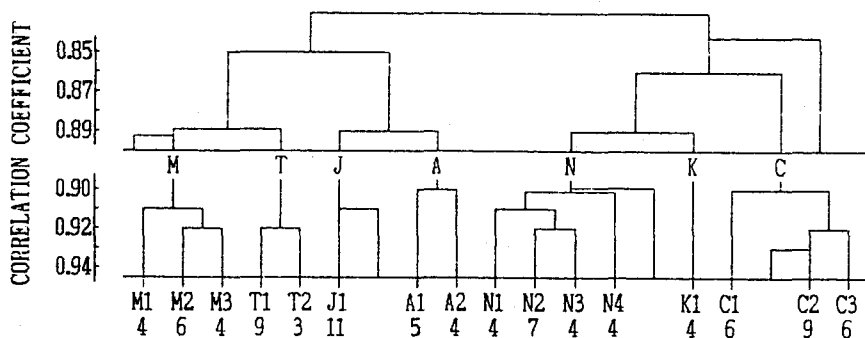


Fig.2 クラスター分析によるデンドログラム（タイプ名及び分類された地点数）

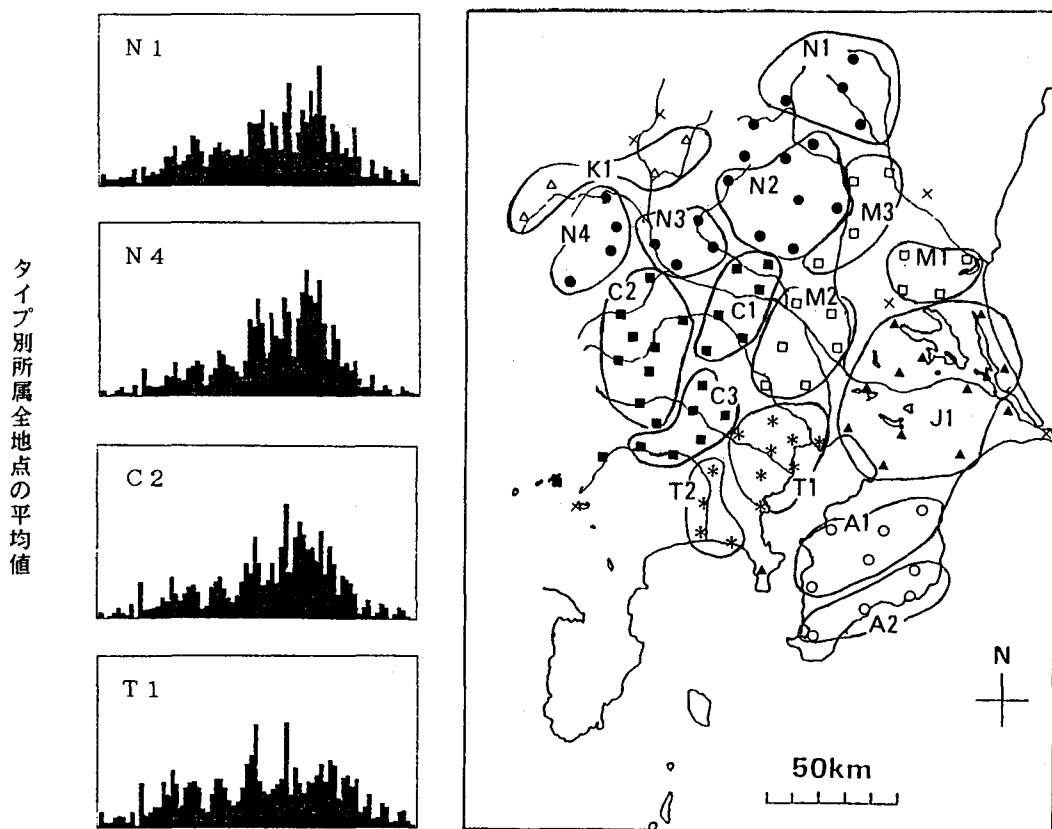


Fig.3 解析対象領域及び分類結果（雨量グラフの縦軸はフルスケールで 100mm/5days）

以上から、関東地方の降水特性は多様性を有し、近接した地域毎に降水特性が類似する傾向を持っていることがわかる。よって小流域（支流レベル）毎に水資源の問題を考えることが妥当である。今後は半旬単位での季節変動を見ながら、小流域間の収支、過不足量を見積り、既存及び計画中の利水施設分布を念頭に、最適な水資源管理のシナリオを検討していく。また、都市域における水資源貯留施設等の可能性も併せて検討していきたい。