

東京電機大学 理工学部 建設工学科 正員 小野久彦

1. はじめに 低地帯の低水流出解析はその水文要素が複雑であるために、山地部の流出解析に比較して事例が少い。筆者は(関東平野の中心部を占める埼玉県中川水系上流部と千葉県印旛沿流域の流出量観測資料をもとにして、水収支算定と流出解析を行い、流域蒸発散損失量等についてそれぞれの知見結果を報告する。

2. 中川上流域の水収支と流出解析

中川上流は埼玉県東部の中川水系流域の大宮市利根川合流点より最も東側の低地帯(流域高度T.P. 20~5m)を集流する。流域面積240km²の低地排水河川であつて、最下流部は河口より35km²をやや感潮する。流域の表層の大部分は沖積層であつて、土地利用地目別面積は表1のとおりで水田が流出域、畑地が保水域となつてゐる。

流域内の降水量観測は羽生、栗橋、杉戸、越谷の4点を使用し、最上流域は羽生、栗橋の算術平均、全流域は4点の平均をもつて流域面積雨量とした。流域はほぼ「総合降水量」であるが、栗橋がやや少量である。また、流域の水田域になつて、利根川、江戸川より夏期のかんがい期(4~9月)に農業用水が取水配水され、地帯内の排水路を通じて流域中央の幹川中川に排出される。昭和29年以降の各流域流入量と観測記録より算出した。

流出量は最上流域を集流する行幸および下流部の感潮域上端に倉田の排水所があり、筆者等が昭和28年度より観測を始めた以後埼玉県において継続測定されている。行幸・倉田の両地点について、流入量 $I = P + W$ 、 P は降水量、 W はかんがい流入量、 O は流出量の諸量より水収支量の算定をした。ここで「流域内の G 」地下水について、昭和30年代はかんがい用浅井戸があり、それが現在も継続しており、最近では都市上水道の深井戸揚水があつて、流域で平均100mm³/年の揚水状態を、地下水位の低下と地盤沈下の傾向が認められる。従つて、水収支の近似仮定として流域内外の地下水流動量は無視して、上下方向のみの浸透、揚水があるとする。また、この地下水揚水量は都市排水として中川に合流してゐるが、 O の値に組み込んで考へる。水収支式は E 蒸発散量、 ΔS は保水量として、 $I = O + E + \Delta S$ で表され、暦年、冬期(11~4月)、かんがい期(4~10月)に分けて、暦年は $\Delta S \approx 0$ として水収支量の計算とし、表2に印旛の値とも比較する。水収支項目の多いこと、観測値の精度不良等の困難性はあるが、クロスチェックを行い、平均値(24年間)として年間 E 値、流域蒸発散量は行幸840mm、倉田850mmが得られる。分散値は倉田の方が小さく流量観測の精度もよい。夏期は地帯で保留される ΔS が増え、冬期は減小するパターンである。また流入量 I と L 損失量との相関は特に認められず、年間 $L = E$ 蒸発散損失量一定としてよさうである。月別蒸発散量の推定値を表3に示す。

流出量推算は3段階モデルで行い、月別値として実測値と検証する。モデルの序の図に示すように1段階目は月内に流出し、流出域の大きさと浸透量と表わし、2段階目は半減期3.1ヶ月で中間流出の残り地下水流出成分である。3段階目は深層地下水揚水の代替であり、浸透100mm³/年と定量揚水の「ダミー」である。算定結果は中川上流倉田地帯の一部について図に示す。

3. 印旛沿流域の水収支と流出解析

千葉県北部の印旛沿流域は集水面積539.5km²のまとまつた流域で、平坦な総排水台地が大部分を占め、降水による流出は南所を占める谷に集流し、北部の印旛沿

表1. 中川上流排水地帯地目別面積 km²

排水所	総面積	田	畑	宅地	山林	原野	その他
行幸	111.8	43.8	37.3	9.0	0.6	0.4	20.9
倉田	225.5	94.0	70.6	16.7	2.8	0.5	40.9
比率%	100	36.8	27.6	6.5	1.1	0.2	16.0

表2. 流域別水収支値 $L = I - O$ mm

期間 地帯	年間(暦年)		冬期(10~3月)		夏期(4~9月)	
	平均値	不偏分散	平均値	不偏分散	平均値	不偏分散
行幸	841	299	35	89	800	292
倉田	849	90	115	55	801	140
印旛沿	734	112	268	100	487	102

に貯留され、余水は利根川に排出されている。地質は保水性の成田層を基層とし、地形の最高点は100m、印旛沼の平均水位標高はT.P.3mである。最近流域内は都市化が進行しているが、まだその比率は小さく、大部分は自然域である。谷底はスサキの沖積地、沖積地は木田となっており、その面積92km²、印旛沼面積28.2km²を加えると流出域は22%となる。宅地率は7%、畑、山林、雑草地の合計比率は51%で、伏流水は保水地帯であり、沖積地との比高は10m以上である。

流域流入量は雨量のやと考えてよく、水収支解析に流域面積雨量の相関を調べ、ほぼ均等降水で、佐倉市富士見町の観測値を流域代表雨量、I、流域流入量と置く。

流域流出量は木質障水谷の印旛沼管理記録により、貯水池の流出量、沼貯留量の変動、すなわち水位変化法による月別流入値を求め、流入河川鹿島川の測水記録を参考としている。ここで流域の地下水量について、奥保郎市域の揚水量が

1/15,500%で、流域面積あたり0.21%が78mm³であり、これは流域平均浸透量が揚水使用されて排水となる。深層地下水の変動記録より、その変化は小さいので、増減と揚水はほぼバランスしていると想定して、流域外への地下水流出は無視できる。また印旛沼よりの農業用水取水量は地域内で循環する（同じ水面域で水を移動させても水収支的には水消費とならない）ので、この計測量は沼への流入量より除外する。昭和44年より54年の暦年および季別の水収支を計算して表2に示す。年間降雨が増加すると互値が比例的に増加する傾向がある。

月別流出量推算是図2に示す中川上流と同様のタンクモデルを用い、第1段は流出域と浸透量が流域特性を正し、浸透量の比率が大きい。第2段は伏流水の流出状況で、推算結果と実測値の比較は下図に示す。

4. まとめ 中川上流域と印旛沼流域の平均年揚水量は年100mm内外であつて、地下水位は平衡または低下傾向であつて、流域外への地下水の流出は無視されるとし、また暦年の保留量の増減ΔSは平均的には0として、水収支式 $I = E + I - O$ が近似的に成立する。その結果①、佐平地帯の年間損失平均量 = 蒸発散量は流域水分量の減少により変動し、中川上流850mm、

印旛沼流域735mm、熊谷蒸発計蒸発量平均1167mm、南東の山地部で500mmである。②、地域毎の年による蒸発散量は印旛沼流域では年平均水量に比例して多くなるが、この内45%に達するものもあり、山地部および中川流域では顕著ではない。③、月別流出量は3段モデルにより表わされ、月別蒸発散量は蒸発計蒸発量に比例するとして推算して実測値とよく一致する、1段目は流出域の比率程度の表面流出量と保留量に一致され、中川上流域では夏季の流出量が大、印旛沼流域では流出量は年平均

化されているが、その値は小さくつづいている状況である。

表3. 月別蒸発散量 mm

月	熊谷	中川上流	印旛沼
1	67	41	39
2	75	45	43
3	100	61	56
4	118	96	68
5	128	103	79
6	110	88	75
7	128	103	80
8	143	115	88
9	94	74	64
10	77	47	48
11	66	40	39
12	61	37	36
計	1167	850	735

