

感雨式自動採水装置の開発

東北大学工学部 鈴木 護
後藤光亀
千葉信男

1. はじめに : 出水時や山間部等の遠隔地での調査は降雨及び出水時に人・物の配置が困難であり、調査回数やその継続期間に限られる。特に、降雨初期の河川においてはファーストフラッシュ時の挙動、流量ピーク後中間流によるとされる $\text{NO}_3\text{-N}$ の流出も水質挙動として注目をあつめている。

著者らは、1)小型、軽量で運搬が容易 2)長期間無人運転可 3)電池による長期電源 4)消費電力の少ない制御回路 5)採水時間間隔の任意選択 6)降雨強度による採水の選択、6)降雨及び河川水の同時採水を目標にこれまで調査の困難であった降雨時の採水を改善する試みを行ってきた。本報告は、上記の項目をほぼ満足する感雨式自動採水装置を試作し、現場での実測結果をまじえて、その利便性につき若干の報告を行いたい。

2. 装置の原理 : (1) 採水装置の原理 : 採水装置の概要を図-1に示す。採水装置の原理は、感雨センサーで発振器(クロック)を作動開始させ、分周タイマー回路でサンプリング時間毎にパルスモーター駆動のためのパルスを発信させる。このパルス発信ごとにパルスモーターを介してねじを切った軸を回転させ、この軸に取り付けたナット(採水孔)が右方向に進む。このとき、1回毎の採水孔の移動距離 L はパルスジェネレータの発信パルス数により採水時間間隔も分周タイマー回路で簡単に設定できる。採水は軸長 L によって規定され、採水回数は L_0/L となる。

採水は、河川水の場合重力流下を原則とする。ポンプアップ(電源の確保)が可能な場所であればその限りでない。雨そのものの採水は、採雨用ロートを取り付ける。スイッチがONのとき、第1の採水ビンまで採水孔が移動し、採水を開始する。同時に、採雨用ロートの蓋が開き雨水の採水も開始する。ロートによって採水された雨水は、河川水導入部の逆側のパイプ列に導水されるしくみになっている。もし、途中で採水を中止したい場合、あるいはリセットしたい場合は、SW④で装置を止め、リセットSW①で回路を初期化し、リセットSW②で原点復帰をさせれば準備完了である。このときマニュアルSW③を押せば感雨センサーに関係なくただちに採水が開始される。

(2) 感雨センサー : 感雨センサーの原理は、センサーの電極間の抵抗が変化すると、その中のトランジスタによりゲート回路を通し発振器を作動させるようになっている。

「ある降雨強度以上の降雨に反応させる」方法として、くし型とタンク式を検討した。

① くし型センサー : くし型センサーは電極がくし状であり、雨滴があたると電極間の抵抗が変化する。本方式は、「ある降雨強度以上の降雨に反応させる」ことが難しい。また、センサーの電極の結露による誤作動を防止するためにヒーターを接着しており、このヒーターの電力消費による電源のバッテリーへの負担が大きい。

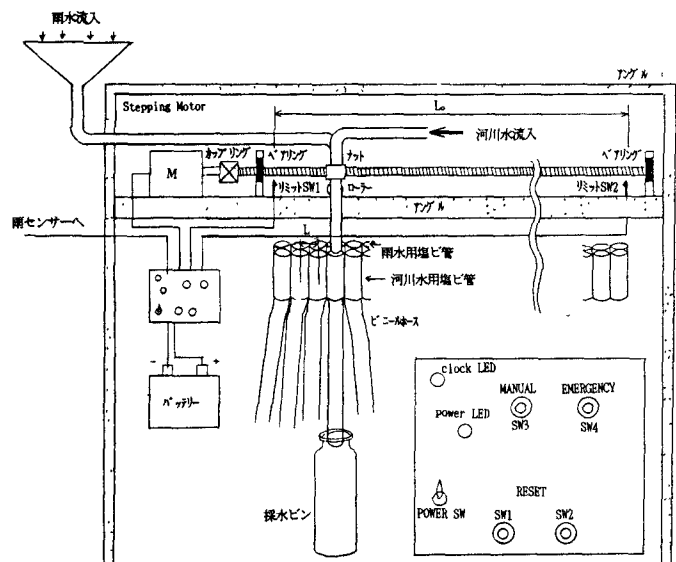


図-1 感雨式自動採水装置の概要

② タンク式センサー：くし型センサーの「ある降雨強度以上の降雨に反応させる」ために図-2のようなタンク式のセンサーを用いる。ある面積に落下した降雨を収集しタンクに流入させ、タンクの底にホースを縫ぎ抵抗をもたせる。雨水はこの抵抗のためにある水位Hに貯留されながら流出する。この流出量 q_0 は貯留水位Hに比例する。目的の降雨強度の雨水流入量 q_1 が水位 H_0 のときの流出量 q_0 より大きければ、その位置に別の流出孔を設けることにより、雨水が分流されセンサーを感知させることが可能となる。実際に用いる場合、タンクの内径や流出孔の位置 H_0 の調整は難しいため、ホースの抵抗を変化させて H_0 に対する流出量を調整する。ホースの抵抗は長さに比例するため、調整は容易である。また、タンクは河川水を導水し、一定水位の容器に水浸させておき、水浸部分は光を遮断するように設置する。これは、ホースへの気泡の混入やバクテリア等の生物繁殖の防止を目的とする。

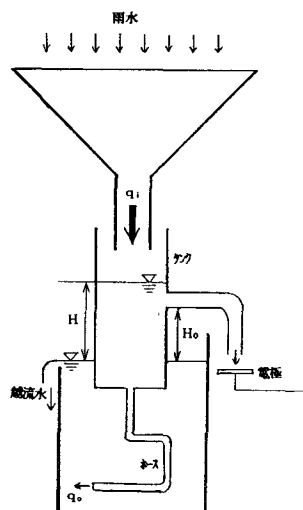


図-2 タンク式センサーの概要

3. 現地での観測：(1) 設置法：本装置を用いた現地観測を岩手県網取ダム流域の小河川で行った。採水地点の流域面積は約6.5km²と小さく、流域の戸数は約30戸程度である。河川水の採取は河川の勾配を利用し、自動採水器設置場所へ水が流下するのに十分な高低差が生じるまで内径18mmのビニールホースを上流の河川中央部流心に設置した。今回は感雨センサーを用いず、採水はマニュアルsw③で採水をスタートさせ、分析項目はT-P、SS、NH₄-N、NO₃-N等である。調査は1986年12月5日～6日に行った。

(2) 調査結果：調査時の気温は-2.6℃～4.5℃であったが採水装置は正常に作動した。河川水温は3.7～5.4℃で、流量は34.2～36.4 l/s とほぼ一定であった。調査結果を図-3に示す。SSはかなりの変動幅がある。この河川のSS成分は比重の小さい、細かな木葉片等の有機質であった。NO₃-Nの結果は時間の経過にともない徐々に増加する傾向にある。河川水のNO₃-Nは自然界では、森林等の土壌の表面を被覆している腐植が生物分解を受け、有機態窒素が最終生成物であるNO₃-Nに変化し、これが降雨等によって運ばれ地下水となり、それが中間流及び基定流として長い時間の経過の後に河川水となって現れる。したがって、NO₃-Nは流域の植生、生物活性を反映する因子であると考えられる。

4. おわりに：以上のように河川水質は時々刻々変化し、特に降雨の際には水質変動が大きくその挙動は複雑で、また、土地利用形態別流域からの流出機構を解明するには水質の変化に対応する時間間隔で河川水を採取する必要がある。自動採水器による河川水採取は、降雨直後からの水質の経時変化を追跡する上で安価かつ簡便で有効な手段となるものと考え

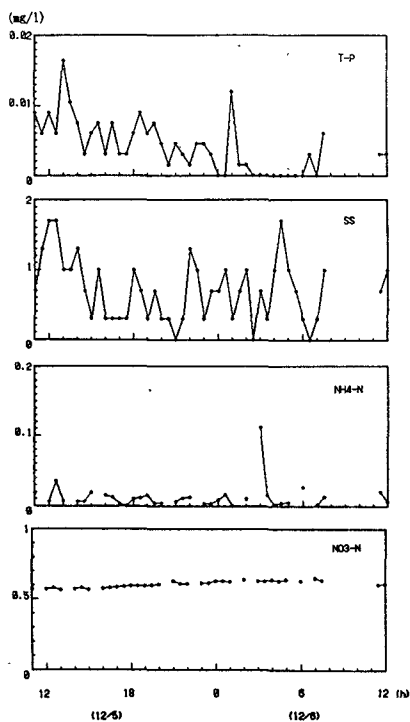


図-3 河川水質の経時変化