

アレック電子（株）正会員○高橋孝昭  
東北大學 ノ 後藤光亀

1. はじめに 河川や湖沼、内湾や海域の水質汚濁機構を解明する場合、水塊の流動の把握が重要となる。近年、精密な3次元流速が測定できる機器が多く使用されるようになってきたが、高価であり多くの地点での計測には多額の費用を必要とする。一方、カーナビで多く用いられているGPSによる測位は精度が十分とは言えないが、乾電池方式でメモリー付きハンディGPSレシーバーが数万円の値段で市販されている。

本研究では、このハンディGPSレシーバーと漂流板とを組み合わせ、広い水域で多点を安価に計測する測定法を考え、この市販GPSレシーバーを用いる際の基礎的評価を行った。

2. GPS測量 GPS (Global Positioning System) は、米国の大精度な航法用衛星を利用し、全地球上での位置を計測するシステムである。GPS衛星は高度約20,200km上空の6つの円軌道上に、各4個、合計24個配置され、天空さえ開いていれば全地球上から常時4個以上の衛星を観測できる。衛星の軌道周回周期は0.5恒星日(約11時間58分)であり、設計寿命は7.5年とされる。1993年には衛星配備が完了され、米国国防総省からGPSの民間利用への正式運用が宣言された。GPSによる単独測位は、電波が衛星から発信された時刻と受信機により受信された時刻から衛星の受信機までの距離を求め、三辺測量に類似した原理で測位を行う。本測位は電波を利用するため天候にほとんど左右されないが、1台の受信機による絶対測位の精度は一般に数10mと低いとされる。GPSによる測位は、電波の届きにくい高い建物間、密集した樹木の間、強い磁気を発生する高圧電線の近く、1.5GHz帯の携帯電話で受信不可や誤差を生じる。

3. GPSレシーバー 本研究で用いた市販のハンディGPSレシーバーはSONYのMODEL PCQ-HGR1Sである。電源はパソコンからのUSB接続または単三電池一本(常温時の単三リチウム電池)で、駆動時間(メモリー付)は連続受信モード(記録間隔1秒)約6時間、省電力受信モード約24時間(同1分)である。受信周波数は1.5754GHz(L1帯:波長約19cm)で、測定精度は、 $1\sigma$ (68%)<30m、 $3\sigma$ (95%)<90mである。このハンディGPSレシーバーの寸法は長さ15cm、幅4.5cm、高さ1.7cm、重量約100gで、手のひら大のハンディ型である。対応OSはWindows 98以上で、本GPSレシーバーの対応ソフトは計測データを全国の地図上に表示できるSONYのNavin's Youを用いた。

4. 流動調査 水塊の流動を2次元的にとらえる最も簡単な方法の一つに、漂流板による方法がある。漂流板法は、2枚の塩ビ板を十字に組み合わせて作成し、この漂流板を測定水深に懸下し上部に浮きを付けて対象水深の水塊と共に流動させ、その位置を求める方法である。

一方、GPSレシーバーは完全防水ではないので、水域環境下ではそのまま使用できない。そこで、撥水性の強い密閉容器内にGPSレシーバーを入れ、この容器(直方体:8×16×5cm)を浮きとして使用した。尚、漂流板の重さが容器浮力より大きい場合は別途浮きを付け加える。今回用いた漂流板は仙台市の名取川支川笊川での流動調査用に、高さ5.5cm、長さ16cm、厚さ0.5mmの塩ビ板を金具で十字に組み合わせ、容器のみを浮きとして用い、両者

表-1 静置GPSレシーバーの測位誤差

No.	計測時間(分)	計測期間中の緯度・経度の最大差(秒)				備考	
		A		B			
		N	E	N	E		
1	5	0.5	0.3	0.7	0.6	笊川河川空間での5分間静置測位	
2	4	0.2	0.3	0.4	0.6	ハイドロ(ピニール2mm厚、不透明)2種類 カッターマット(1mm厚、不透明)各1枚	
3	5	0.8	0.9	0.6	0.5	発泡スチロール(1.7cm厚×2ヶ+1.4cm厚×2ヶ)計4層	
4	5	0.5	0.5	0.4	0.6	カッターマット(1mm厚、不透明)+積雪1、3、6cm	
5	7	0.6	0.7	0.6	0.9	FDアクリルケース(2mm厚)×6枚	

はヒモで連結した。容器内にGPSレシーバーを入れた場合、夏の炎天下では容器内の温度がレシーバーの許容温度範囲(-5~40°C)を越えるため、容器を遮光する必要がある。このとき、遮光材が電波の受信に影響を及ぼすか否かの確認を行った。計測間隔はいずれも1秒である。

5. 結果及び考察 表-1は、2個のGPSレシーバー(A, B)を静置した場合、積雪や各種遮へい材の影響を1秒ごとに連続受信して評価したものである。笊川の河川空間における5分間での緯度、経度方向の差はそれぞれ0.5~0.7、0.3~0.6秒であった。当大学付近の緯度、経度(N38°15'04", E140°50'30")では1秒の差は南北、東西方向で、それぞれ約31、24mである。したがって、その差は南北方向で16~22m、東西方向で7~14mであった。この値はGPSレシーバーの測位精度1σ(68%) < 30m以内である。また、各種遮へい材がGPSレシーバーの受信部上に存在しても、測位精度に大差はないが、容器内への日射を遮へいするため、容器外に若干の隙間を設けて遮へい材を設置しても本調査で用いた材料であれば影響は少ないものと考えられる。また、冬期1月の晴天時に容器上部を遮へいせず、室外の雪面上に容器を放置し、容器内の温度を計測した。その結果、気温が-4~4°Cの日周変化時に容器内温度は-4~16°Cの変化を示した。水塊の流動計測時には水温は0°C以上であるので、GPSレシーバー下限温度は問題ないと考えられ、また、冬期の晴天時には上限温度に問題はない。ただし、夏期には10分程度で40°Cを越える場合があり、容器への直達光の遮へいが不可欠となる。

図-1は笊川において、GPSレシーバー付き漂流板を流下させた場合の測定結果である。笊川は水路幅3m、水深0.2~0.5m、平均流速0.3m/sの流況であった。測定結果は400mを約30分(平均0.22m/s)で流下し、流況を良く再現している。ただし、河川では漂流板はよどみ部での停滞や瀬の場所では漂流板が一部接触することもあり、浅い河川では工夫が必要となろう。また、地図上の河川とGPSによる漂流板の流下位置には若干の差があるが、GPSの測位誤差範囲と考えられる。

図-2に、釜房ダム周辺の道路上を、自動車フロントにGPSレシーバーを設置して測位した結果を示す。車の進行方向(フロントの開放面)との関係で釜房山の断崖ごく近傍で一部受信ができない場合が生じたが、その他は十分計測が行えた。交差点などでの測位の誤差は±20m程度である。ダム湖内では道路上より天空が開けており、また車の屋根の様な遮へい物はないものでは計測は十分可能であると推察される。

6. おわりに 市販のGPSレシーバーと漂流板を組み合わせた2次元の流動調査に関する基礎的検討を加えた。ダム湖の様な閉鎖水域でも吹送流により風速の1~3%の表面流速が生じるとされる。仮に1%としても風速3~5m/sでは1時間に110~180m/時の水塊流動が生じることになる。漂流板とGPSによる流動調査の精度は他の精密流速機器に比して高くはないが、荒天時や夜間など広域で多点を長期間観測を行うのが困難な場合や精密計測機器との組み合わせにより複雑な水塊の流動の解明に寄与できるものと考える。



図-1 笹川における漂流板流動状況

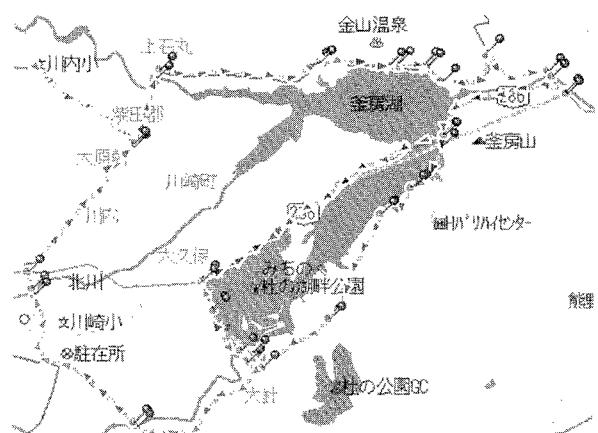


図-2 釜房ダム周辺での測位状況