

小型魚計測を目的とするマルチセンサー型魚カウンターの研究

(副題 砂防堰堤等に設置された魚道を利用する

小型魚の遡上・降下数を計測するためのマルチセンサー型魚カウンターの開発)

オリエンタル技術開発(株) ○近藤康行

新潟大学農学部 権田 豊

新潟大学大学院自然科学研究科 寺井啓之

1. はじめに

砂防堰堤等の河川を横断する構造物は、魚類等の移動を阻害するため、河川生態系に悪影響を及ぼすとされている。そのため近年の砂防堰堤には、魚道が設置されるようになったが、魚道が有効に機能しているかどうか十分に評価されていない。魚道の魚類遡上量調査に一般に用いられる魚類捕獲用トラップを用いた調査法では、人がトラップを点検し、捕獲された魚の数を数える必要があるため調査コストが高く、長期間の調査に不向きなことがこの理由の一つであると考えられる。したがって、魚道の機能が十分に評価されるようになるためには、より長期間の調査に適したコストの安い魚類の計測手段が必要だといえる。

著者らは、トラップ調査よりも調査コストが低い、魚数自動計測装置「魚カウンター」を研究開発している。魚カウンターは3本の電極と電子回路からなるセンサーを持つ。センサーは魚の通過にともなう河川水の電気抵抗の変化を検出し、パルス状の電気信号（パルス波）を出力する。パルス波の個数を計数し魚の通過数とするのが魚カウンターの計数原理である。

室内実験の結果、平棒型電極を用い、全水深20cm以下、幅50cm以下の水路で体長20cmの魚を計数できることが示されている(近藤ら2008)。また、利根川の頭首工の魚道において、平棒型電極を用いた魚カウンターによりサケの遡上数を高精度で計数できることが実証されている(近藤ら2008)。しかし、魚体が小さくなるほど河川水の電気抵抗の変化が小さくなるため、体長が10cm未満の小型魚を平棒型電極により計数することは難しい。佐藤ら(2006)の室内実験により、絶縁体(アクリル)のカバーで囲んだ棒型電極を用いると、10cm程度の魚を計数できると報告されているが、カバーの長さがどの程度魚カウンターの検出能に影響を与えるか検討されていない。また、佐藤らが用いた棒型電極の横幅は10~20cmと一

般的な階段式魚道の隔壁越流部の幅(50cm~2m程度)と比べ著しく小さく、一つの電極では隔壁越流部の一部分を通過する魚数しか計数できない。

著者らは、絶縁体のカバーで囲んだ棒型センサー電極(以下センサーユニット)を複数個並列に設置し、各ユニットを通過する魚を独立に計測するマルチセンサー型魚カウンターを考案した。しかし魚カウンターは河川水の電気抵抗の変化から魚の通過を感知するため、センサーユニットを並べて設置した場合、魚が通過していないセンサーが魚を誤検出する可能性がある。本研究では、マルチセンサー型魚カウンターの実用化を目的に、室内実験により、電極を囲むカバーの長さと言魚カウンターの検出能の関係と魚の通過が隣接するセンサーユニットへ与える影響を検討した。

2. 実験方法

2-1 棒型センサーのカバーの長さと言魚カウンターの検出能の検討(実験1)

10cm 間隔に並べた棒型の電極を塩化ビニル製のカバーで囲んだ棒型センサーユニットを3種類(カバーの長さ20, 40, 60cm)作成した(図-1)。水を張った実験水路床にセンサーユニット1つを設置し、魚の死体を絶縁した棒に固定し、センサーユニット内を遊泳させた(図-2)。表-1の各条件を全て組み合わせて実験を行い、センサー回路から出力される電気信号を記録した。

2-2 魚の通過が隣接したセンサーユニットへ与える影響の検討(実験2)

実験水槽に2つのセンサーユニットA・Bを並列に設置した。魚の死体を絶縁した棒に固定し、センサーユニットA内を遊泳させ、ユニットA・Bのセンサー回路から出力される電気信号を記録した。実験条件は、魚(アジ)の体長10cm、遊泳速度0.1m/s、電極の大きさ10cm×10cm、カバーの長さ20cm、水深10cm、電極間隔10cm、電圧1.5v, 3v, 5vとした。

3. 結果と考察

3-1 実験 1 について

魚の通過時にセンサーから出力されるパルス波の振幅と各実験条件との関係を表-2に示す。近藤(2008)の平棒形電極等を用いた実験結果と同様、センサーに供給する電圧が大きいほど、水深が小さいほど振幅が大きくなり、遊泳速度の違いによる振幅の大きさの変化は無視できる程度であった。また、カバーの長さの違いがパルス波の振幅や信号に含まれるノイズの振幅に与える影響は無視できる程度であった。電極をカバーで覆うことにより検出能は向上するが、カバーの長さを長くしても検出能は変化しないことが示された。

本研究において、全実験のパルス波とセンサーから出力される信号に含まれる電気ノイズの振幅を比較した結果、振幅 0.15V 以上の条件でパルス波を明瞭に識別できた。パルス波の振幅が 0.15V 以上の場合に魚を検出可能であるとすると、10cm の魚を検出するためには、電圧を 3V 以上、水深を 10cm、カバーの長さを 20cm 以上にする必要があることが分かった。

3-2. 実験 2 について

電圧 5V の場合の計測結果を図-3に示す。図-3より、ユニット A 内を魚が通過し明瞭なパルス波が発生した場合でも、隣接するユニット B の信号には変化が見られないことがわかった。これは電圧 1.5V、3V の場合でも同様であった。ユニットを複数個並列に設置した場合、それぞれのユニットが独立して魚を計測できることが示された。

4. まとめ

実験水路を用いた実験により、マルチセンサーを構成する各センサーユニットが独立に魚を計測できることが示された。さらに各センサーユニットで体長 10cm の魚を計測する際に必要な条件が明らかになった。今後は、このマルチセンサー型魚カウンターを用いた現地計測を行い、現地で魚カウンターを運用する際の課題を明らかにしたい。

本研究は平成 20 年度砂防学会若手研究助成を受けて行われた。ここに付記して感謝いたします。

5. 参考文献

近藤,権田(2008):砂防堰堤魚道における魚カウンターの研究について,河川技術論文集,第 14 巻,469-472.

近藤ら(2008):魚カウンターによるサケの遡上数計測に関する研究について,平成 20 年度砂防学会研究発表会概要集,476-477.

佐藤ら(2006):砂防ダム魚道における魚カウンターの実用化に関する研究,平成 18 年度砂防学会研究発表会概要集, 436-437.

表-1 実験ケース

電極の大きさ	10×10cm
カバーの長さ	20, 40, 60cm
水深	10, 30cm
電圧	1.5, 3, 5v
電極間隔	10cm
魚の遊泳位置	水路中央部

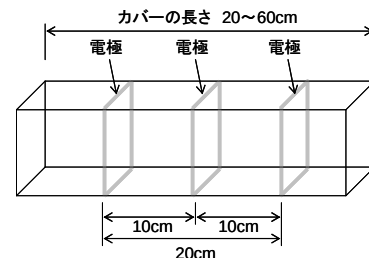


図-1 枠型センサーユニット

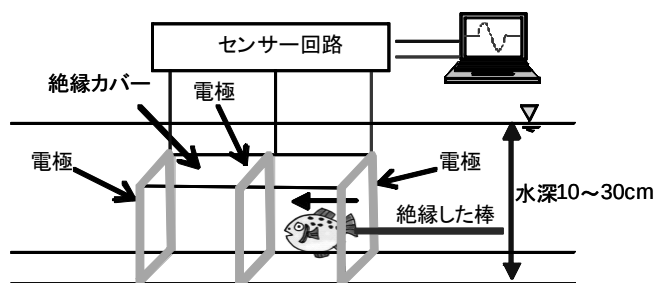


図-2 魚の遊泳方法（カバーの長さ 20cm の場合）

表-2 各実験条件とパルス波の振幅の関係

電圧		カバーの長さ(cm)					
		20	40	60	20	40	60
1.5v	水深 10 (cm)	0.10	0.12	0.13	0.11	0.10	0.10
	水深 30 (cm)	0.10	0.10	0.12	0.11	0.10	0.10
3v	水深 10 (cm)	0.20	0.22	0.15	0.19	0.18	0.15
	水深 30 (cm)	0.15	0.17	0.15	0.13	0.13	0.14
5v	水深 10 (cm)	0.30	0.30	0.26	0.33	0.28	0.21
	水深 30 (cm)	0.21	0.25	0.27	0.22	0.22	0.24

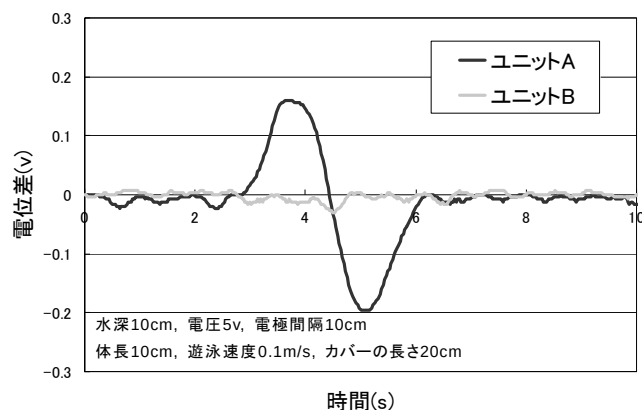


図-3 ユニット A・B から出力される信号の比較