

第Ⅱ部門

琵琶湖において沿岸音響トモグラフィを用いた観測

立命館大学院理工学研究科

学生員 ○内田 啓貴

立命館大学理工学部

学生員 大原 丈昇

立命館大学環境都市工学科

教授 John Craig Wells

背景・目的

1995年の阪神・淡路大震災や、2011年の東日本大震災では、下水処理場などが被害を受けて、下水が海へ流出しました。また、福島汚染に関しては今でも深刻な問題が続いています。

琵琶湖は日本を代表する淡水資源であり、こうした災害が生じた場合には、近畿に住む人々の生活が大きな打撃を受けます。このような「二次災害」による汚染物質を常に追跡できる短期予測（Nowcast）システムの構築を目指しています。

CAT（沿岸音響トモグラフィ）

通信に音波を用い、複数の送受信機を水中に沈めて、両者の距離情報と、それぞれが定期的に発する音波を送受信することで得られる信号や時刻の情報から、両者の間の平均的な水温や流速の鉛直分布を逆推定する観測方法である。

音波信号は一定間隔ごとに複数回発信される。受信データを解析することにより、時間ごとの信号雑音比（以下、SNR:Signal Noise to Ratio）を求めることができる。SNRが高ければ受信強度が強く、低ければ受信強度が弱い。

沿岸音響トモグラフィ（CAT; Coastal Acoustic Tomography）装置

広島大学の金子新氏が開発した、沿岸域の調査用途に特化した小型で安価な音響トモグラフィ装置で、小型の漁船から素手で揚げ降ろしすることが出来るほど小さい装置の開発に成功している。

CATは瀬戸内海や台湾等の沿岸域で実証されてきており、一旦設置する事が出来れば、太陽光パネルによる給電とモバイル回線を通じた観測データの送信を可能とする、メンテナンスコストを極力抑えた観測が実現できる。また、その計測原理から、装置の台数を増やすほど空間解像度が飛躍的に向上する。しかし、湖への適応例の報告は、我が研究グループの学会発表以外、見当たりません。

実験方法

2017年11月17日から11月28日の間に、琵琶湖の北湖の安曇川沖取水塔（CAT1）、水資源機構のJWA観測塔（CAT2）、多景島（CAT3）の3つの測定箇所を対象とし、それぞれにCATとトランスデューサー（以下、TR）を設置して、30分間隔ごとの音波伝播時間の計測を実施した。位置関係は図1であり、CAT1、2間は約7km、CAT1、3間は約10.2km、CAT2、3間は約3.4kmである。



Hiroki UCHIDA, Tomonori OHARA, WELLS John Craig

rd0042pv@ed.ritsumei.ac.jp

実験結果と考察

横軸に観測日、それぞれの区間における音波の送受信の値信号雑音比(SNR : Signal Noise to Ratio) を縦軸にとる。(図 3. 4. 5) また、水資源機構の JWA 観測塔 (CAT2 の設置箇所)の風速データ、気温、を縦軸にとったものである。(図 2)

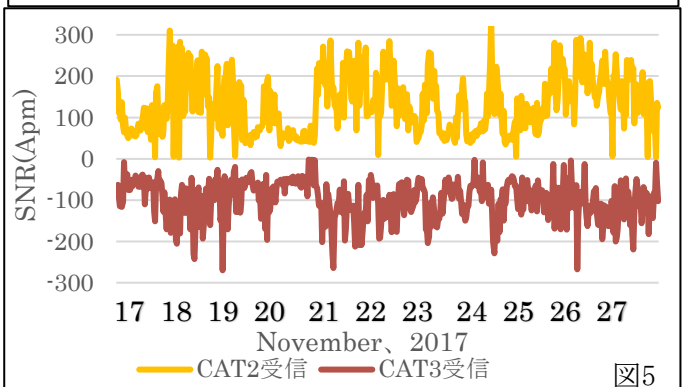
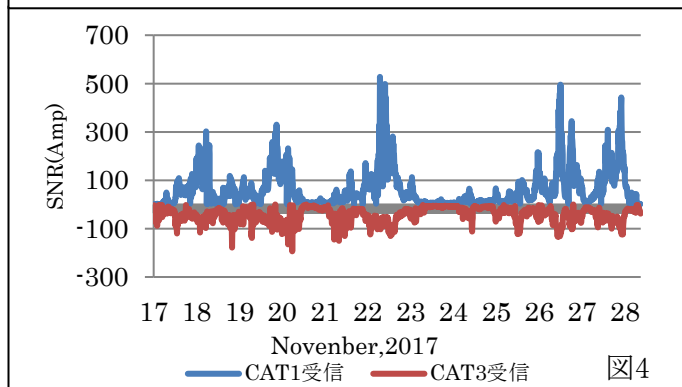
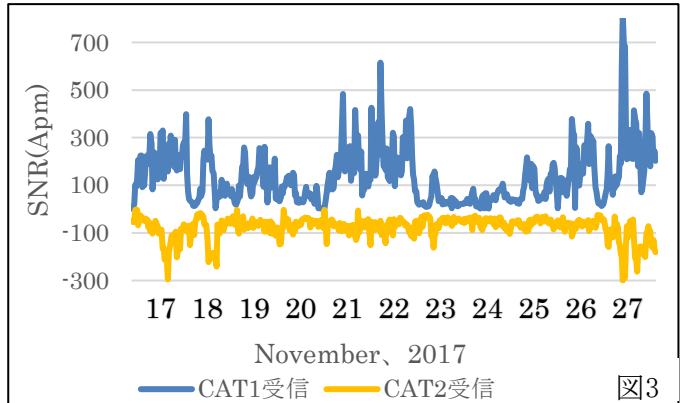
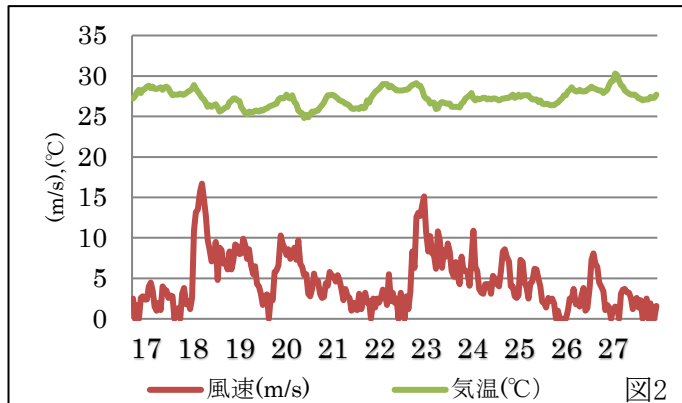
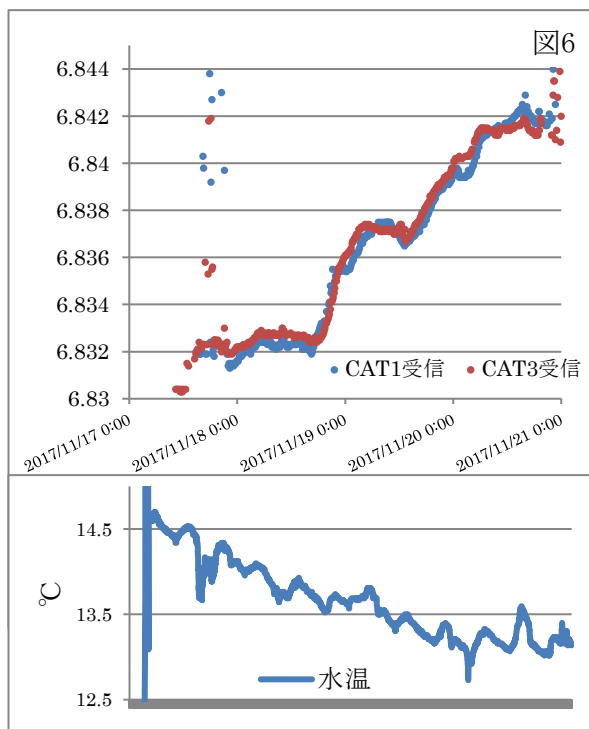


図 2 の CAT2 が設置した JWA 観測塔における風速と図 3. 4. 5 の SNR 値との関係を見ると、基本的に風速が大きいときにその後、SNR 値が低くなる傾向がある。風が吹き始めると、琵琶湖の水面の温度が下がり表層



が混ぜられる。表層が混ぜられる段階では、表層水温にばらつきがあり、波高も高くなることから鉛直水温分布が安定していない。鉛直水温分布が変化している表層では水の流れが生じるため、音波伝播ルートが分散していると考えられる。しかし、強風時であっても風速の変化量が大きい時間帯がある場合もある。また CAT1、CAT3 間における SNR 最大値の伝播時間の時系列と CAT1 における水深 4.5m における水温の時系列を図 6 に示す。この観測結果から CAT1 の分布が成す曲線が CAT3 の曲線より下に位置するため多景島から取水塔の音波伝播時間のほうが早いことがわかる。その場合、多景島から取水塔の方向に水温躍層の下の水の流れがあると考えられる。そして、伝搬時間が徐々に遅くなっていくことが分かり、それに伴い水温は低くなっている。これは水温の変化によって水の密度が変化し、それによって伝搬時間が変化しているものだと考えられる。

謝辞

本研究のために、気象データの提供ならび CAT の設置をさせていただきました水資源機構、多景島の見塔寺の皆様に感謝いたします。