

米代川河口砂州地形変動に対する流量・波浪の影響評価

秋田大学 学生会員 ○堀井 優介
秋田大学 正会員 渡辺 一也

1. はじめに

河口部では海水と淡水が混合し波浪や河川の影響を大きく受ける領域であり、複雑な挙動を示している。また、河口部の利用、保全是人間生活に深く関わっている。そのため、河口部の水理現象について把握しておくことは非常に重要な課題である。河口部は様々な地域で複雑な特性を有しているため、その解明に向け、現地観測や数値シミュレーションが行われている¹⁾。米代川では wave set-up がもたらす感潮域内の流量の定量的評価²⁾などが行われている。しかし、米代川河口部の水理特性は十分に明らかとなっていない。

そこで、本研究では米代川河口部を対象として河口幅を写真解析により求め、これと有義波高・河川流量・波向との関係を検討した。また、回帰分析を用いてそれぞれの相関について検討した。

2. 研究対象

本研究の対象は秋田県北部の能代市を流れる 1 級河川の米代川である。図-1 は米代川河口部を UAV により撮影した航空写真である。2017 年現在、右岸に砂州が発生していることが判断できる。図中の矢印は河川の流向を示している。



図-1 米代川河口部写真

3. 有義波高の比較

今回、有義波高 $H_{1/3}$ のデータとして既往の研究³⁾に加えて秋田県沖（GPS 波浪計）のデータを検討した。今回は 2013 年の有義波高 $H_{1/3}$ 、周期 $T_{1/3}$ をグラフにまとめたものを図-2、図-3 に示す。図-2、図-3 から秋田県沖の有義波が深浦・秋田のものと比べ、波高がやや大きく周期はやや小さいと分かる。今回は秋田県沖 GPS 波浪計を例として説明する。

4. 河口幅、流量、波高、波向の関係

2013 年から 2016 年までの河口幅 B 、河川流量 Q （二ツ井）、有義波高 $H_{1/3}$ （秋田県沖:GPS 波浪計）、波向 Wd （秋田県沖:GPS 波浪計）を図-4 にまとめ、各年での傾向を検討した。

キーワード：米代川、河口砂州、波浪、河川流量、波向、回帰分析
連絡先（〒010-8502 秋田市手形学園町 1-1 TEL 018-889-2884）

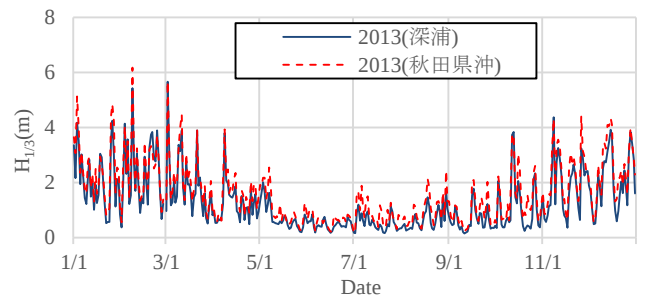
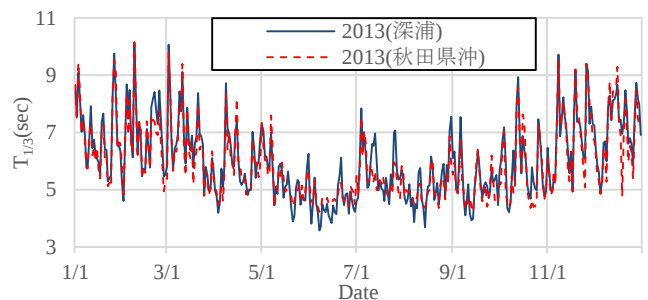
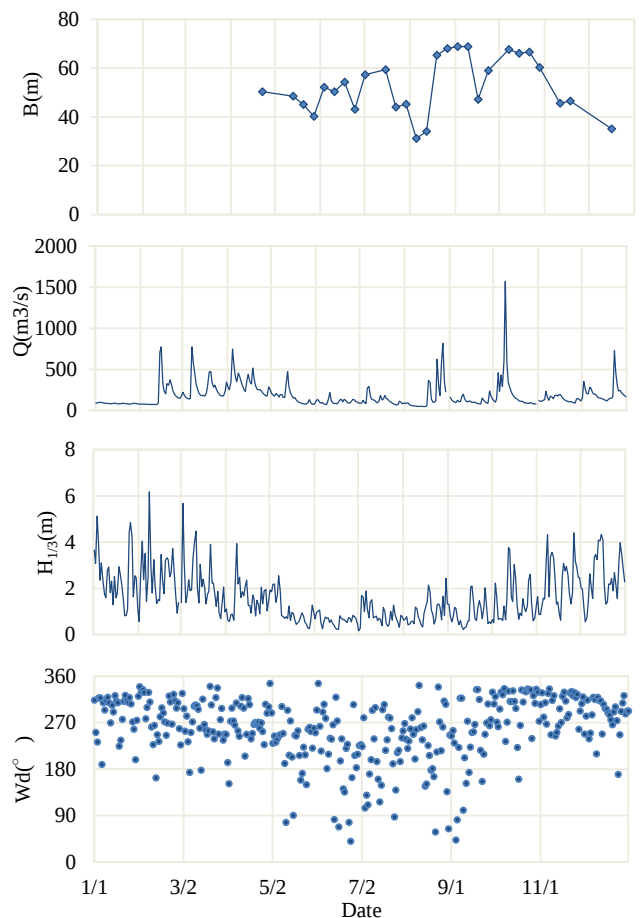
図-2 有義波高 $H_{1/3}$ 図-3 周期 $T_{1/3}$ 

図-4 2016 年データ

河口幅は写真測量のデータを使用した．一例として2016年のデータを図-4に示す．図は上から河口幅 B ，河川流量 Q ，有義波高 $H_{1/3}$ ，波向 Wd である．

図-4 から2016年は流量が $2000\text{m}^3/\text{s}$ 以下かつ有義波高が 1m 以下の状態が多いことから河口幅の変化が少ない箇所が多々見られる．また， $2000\text{m}^3/\text{s}$ 以上の出水が見られないため，流量による大きな影響が河口幅に現れていないと考えられる．かつ冬季における流量の減少と有義波高の上昇が河口幅を閉縮小させる影響を与えていると判断できる．波向きに関しては冬季にかけて沖向きの波が多く作用していることが分かる．一方，4月後半から10月初めまで陸向きの波が発生していることが分かるが，全体的に沖向きの波が多くなっている．

5. 河口幅と流量，波高，波向の回帰分析

河口幅と日平均河川流量 Q および河口幅と日平均有義波高 $H_{1/3}$ ，河口幅と日平均波向 Wd の相関の評価を行なった．このとき使用したデータは，河川流量（二ツ井），有義波高（深浦・秋田，秋田県沖 GPS 波浪計），波向（秋田県沖 GPS 波浪計）について河口写真撮影日を基準にとり，各期間における最大値または平均値を算出した．以上を用いて様々なパターンに対して回帰分析を行ない，重相関 R を求めた．本研究では2016年のデータ，及び河川流量，有義波高が河口幅に作用するまでの期間を考慮し6パターンを追加した14パターンを行なった．傾向として両データ共に同様の傾向を示した．今回は秋田県沖 GPS 波浪計の回帰分析の結果を表-1に示す．

表-1 回帰分析（秋田県沖 GPS 波浪計）

パターン	Q	$H_{1/3}$	重相関 R				
			2013	2014	2015	2016	4ヵ年
1	撮影日	撮影日	0.415	0.429	0.259	0.500	0.210
2	1週間最大	1週間最大	0.594	0.460	0.037	0.469	0.334
3	1週間最大	撮影日	0.521	0.486	0.031	0.537	0.308
4	3日間最大	3日間最大	0.550	0.449	0.262	0.522	0.236
5	1週間最大	1週間平均	0.617	0.525	0.031	0.472	0.387
6	3日間最大	1週間平均	0.603	0.476	0.265	0.449	0.335
7	撮影日	1週間最大	0.538	0.406	0.247	0.436	0.230
8	撮影日	1週間平均	0.538	0.452	0.249	0.429	0.301
9	2週間最大	1週間平均	0.675	0.593	0.135	0.600	0.412
10	1ヶ月最大	1週間平均	0.801	0.788	0.213	0.551	0.470
11	1週間最大	2週間平均	0.598	0.577	0.191	0.475	0.429
12	1週間最大	1ヶ月平均	0.631	0.638	0.408	0.499	0.520
13	2週間最大	2週間平均	0.658	0.630	0.216	0.618	0.455
14	1ヶ月最大	1ヶ月平均	0.802	0.817	0.379	0.610	0.571

結果としてパターン14（ Q ：1ヶ月最大， $H_{1/3}$ ：1ヶ月平均）が最も高い相関性を示したため，河口幅に対して長期間で変動に関係していると考えられる．また，2015年に関しては他年に比べ，大きな相関が見られないが，パターン12（ Q ：1週間最大， H ：1ヶ月平均）ではある程度の相関を示した．この結果は2015年の河口部の変動が有義波高に関係していると推測する．2016年も同様に他年に比べ，やや低い相関を示しているが，パターン14が最も大きな相

関を示している．しかし，2015，2016年は他の年に比べ相関が低いので，前述の要素以外のものが影響していると考えられる．

次に，回帰分析を行った結果で最も相関の高かったパターン14（ Q ：1ヶ月最大， $H_{1/3}$ ：1ヶ月平均）を用いて，波向 Wd を追加した回帰分析を行なった．波向は有義波高と期間を合わせ，1ヶ月平均の値を用いた．こちらも秋田県沖 GPS 波浪計の結果を表-2に示す．その結果，深浦・秋田のデータでは追加前に比べ小さいが相関の上昇が見られ，2015年が最も相関が上がった．この結果から波向きは関係性があると判断できる．一方で，秋田県沖のデータでは追加前に比べ，2014，2016年の変化が見られなく相関は深浦・秋田に比べ変化があまり見られなかった．

表-2 回帰分析・波向 Wd 追加
（秋田県沖 GPS 波浪計）

Wd	重相関 R				
	2013	2014	2015	2016	4ヵ年
1ヶ月平均	0.820	0.817	0.461	0.610	0.572
波向き追加前	0.802	0.817	0.379	0.610	0.571

6. おわりに

本研究では有義波高の比較，それぞれの要素の関係性，回帰分析を行い，米代川河口部の流量，波浪の影響を検討した．2016年のデータでは，流量による河口幅の変動が少ないことが確認できた．河口幅と日平均河川流量，日平均有義波高，日平均波向の相関の評価を行なった．河川流量の期間を大きくしたことにより相関が上がったことは河川流量が河口幅に影響を与えるまでに時間を要していることが考えられる．また，有義波高，波向も同様に期間を大きくして相関が向上したため，有義波高，波向は長期間継続的に影響を与えていると考えられる．期間を大きく見ることによって相関が上がったため，一定の時期によって米代川河口部は変動が時期によって定まっているのではないかと考察する．しかし，2015，2016年については別の傾向を示したため，データの再検討が必要である．

謝辞：本研究を行うにあたり国土交通省東北地方整備局，気象庁，NOWPHAS から貴重な現地データの提供を受けた．ここに記して，謝意を表する．

参考文献

- 1) 八木宏，POKAVANICH Tanuspong，灘岡和夫，有路隆一，古土井健，諸星一信，森重輝政，小林聡：東京湾多摩川河口部の流動構造について，土木学会論文集 B2(海岸工学)Vol.65, No.1, pp.981-985, 2009.
- 2) 築田栄輝，田中仁，名倉華子，梅田信，佐々木幹夫：日本海に面した河川感潮域における冬季高波浪時の wave set-up と入退潮量，土木学会論文集 B2(海岸工学)Vol.65, No.1, pp.391-395, 2009.
- 3) 熊谷昂平，渡辺一也：米代川河口地形に作用する波浪・河川流量の応答性に関する検討，土木学会東北支部技術研究発表会講演概要，2017（CD-ROM）