

重回帰分析による米代川河口砂州地形変動に対する 流量・波浪の影響評価*

秋田大学工学部 堀井 優介
秋田大学大学院理工学研究科 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。その複雑な環境は生物の多様性等の面から非常に重要な場となっている。そのため、河口特性について把握しておくことは非常に重要である。河口部は様々な地域で複雑な特性を示しているため、現地観測や数値シミュレーション¹⁾、河床高指標の評価²⁾、台風発生後の地形変動の解析³⁾等の検討が行われている。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⁴⁾など行われている。しかしながら、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、波向との関係性について検討した。また、重回帰分析を用いて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。本河川の流域面積は4100km²、幹川流路延長は136km、計画高水流量は8200m³/s、感潮区間は河口から上流へ6kmとなっている。

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⁵⁾に加えて秋田県沖(GPS波浪計)のデータについて検討した。深浦・秋田、秋田県沖のデータをそれぞれ2013年から2016年で比較したものを図-1、図-2に示す。

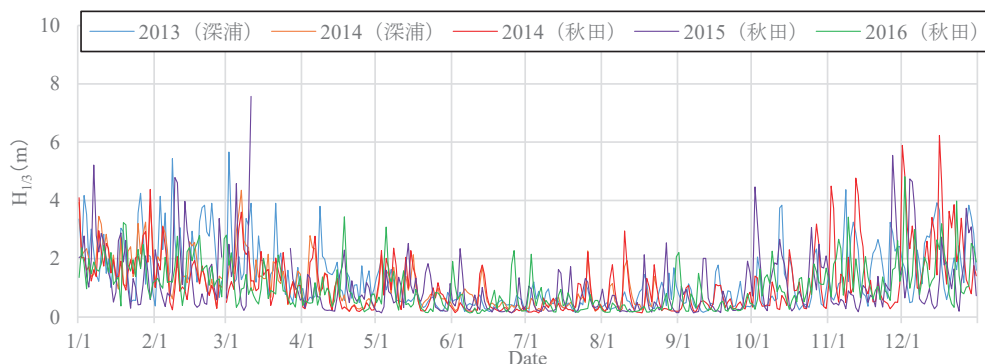


図-1 有義波高 $H_{1/3}$ (深浦・秋田)

*Investigation of Multiple Regression Analysis of Influences of River Discharge and Waves on the Fluctuation of Sandbar in Yoneshiro River by Yusuke Horii and Kazuya Watanabe

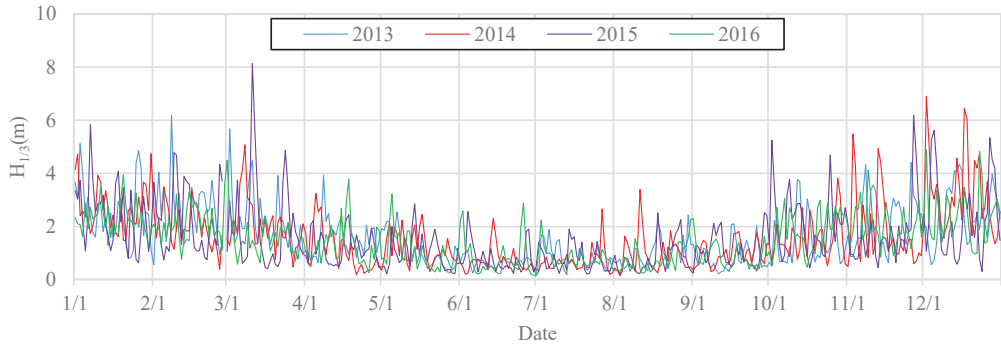


図-2 有義波高 $H_{1/3}$ (秋田県沖)

図-1, 図-2 から深浦・秋田, 秋田県沖のデータ共に 2013 年から 2015 年に比べ, 2016 年の冬季における有義波高の値が低いことが分かる。また各年共に冬季の有義波高は大きな値を示していることが分かる。しかし, 深浦・秋田に比べ秋田県沖の波高はやや大きいことが判断できるが, 傾向としてはほぼ差が見られないため, 本研究では秋田県沖を例として説明する。

4. 波向の比較

有義波高がどのような方向から河口部に進行しているか, 秋田県沖の GPS 波浪計のデータを用いて検討した。上記の有義波高の比較から, このデータを米代川河口部におけるものと仮定して検討を行なった。波向 Wd のデータを 2013 年から 2016 年まで図-3~6 に示す。図-3~6 の四角形内の範囲に注目すると 4 月初め前後から 9 月終わり前後にかけて陸側に向けた波が多くなる傾向がみられる。2016 年はうるう年のため他の年よりデータが 1 つ多い。

5. 各年データの比較

2013 年から 2016 年までの河口幅 B , 河川流量 Q , 有義波高 $H_{1/3}$, 波向 Wd について, 各年での傾向を検討した。河口幅は既往研究⁵⁾から写真測量のデータ, 河川流量は二ツ井観測所のデータを使用し, 波向は秋田県沖 (GPS 波浪計) のデータを河口部のものと仮定し使用した。一例として 2016 年のデータを図-7 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。

既往の研究⁵⁾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。また, 冬季における流量の減少と有義波高の上昇が河口幅を縮小させる影響を与えていると判断できる。波向に関しては, 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。また, 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。

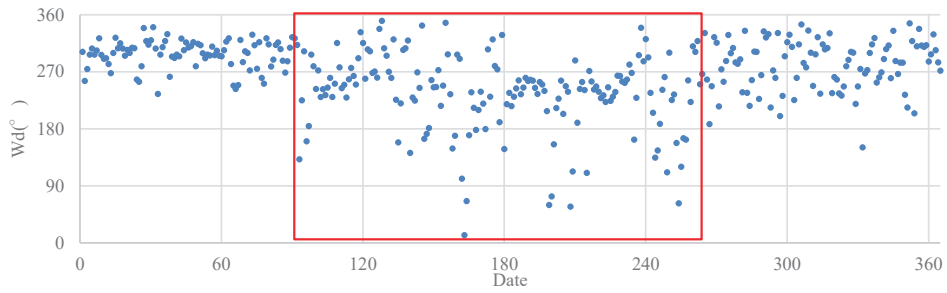


図-3 波向 Wd (秋田県沖 : GPS 波浪計) 2013 年

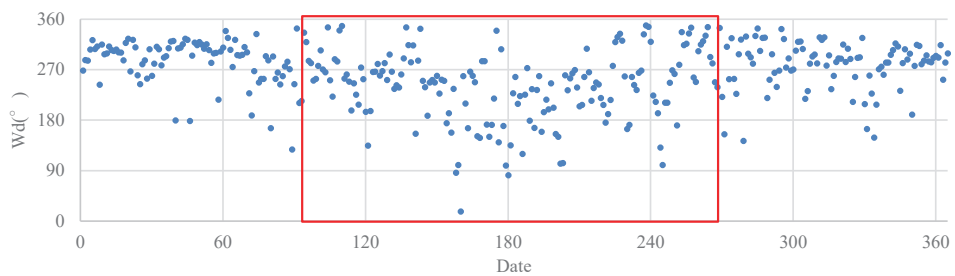


図-4 波向 Wd (秋田県沖 : GPS 波浪計) 2014 年

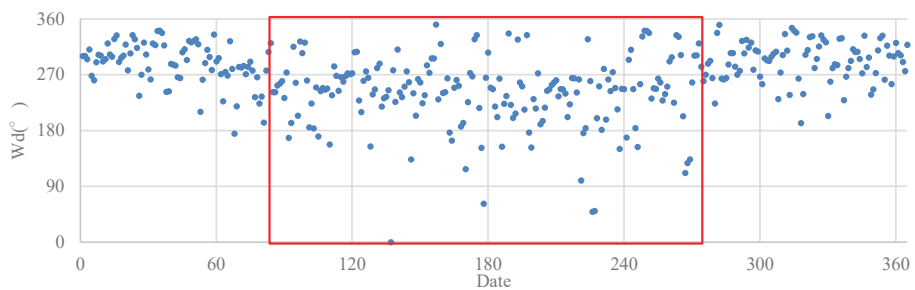


図-5 波向 Wd (秋田県沖 : GPS 波浪計) 2015 年

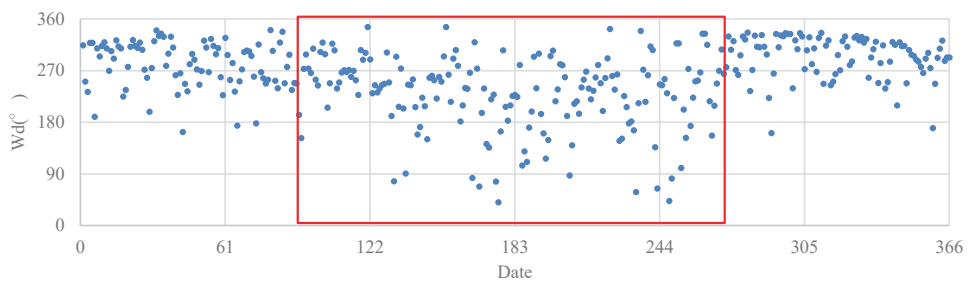


図-6 波向 Wd (秋田県沖 : GPS 波浪計) 2016 年

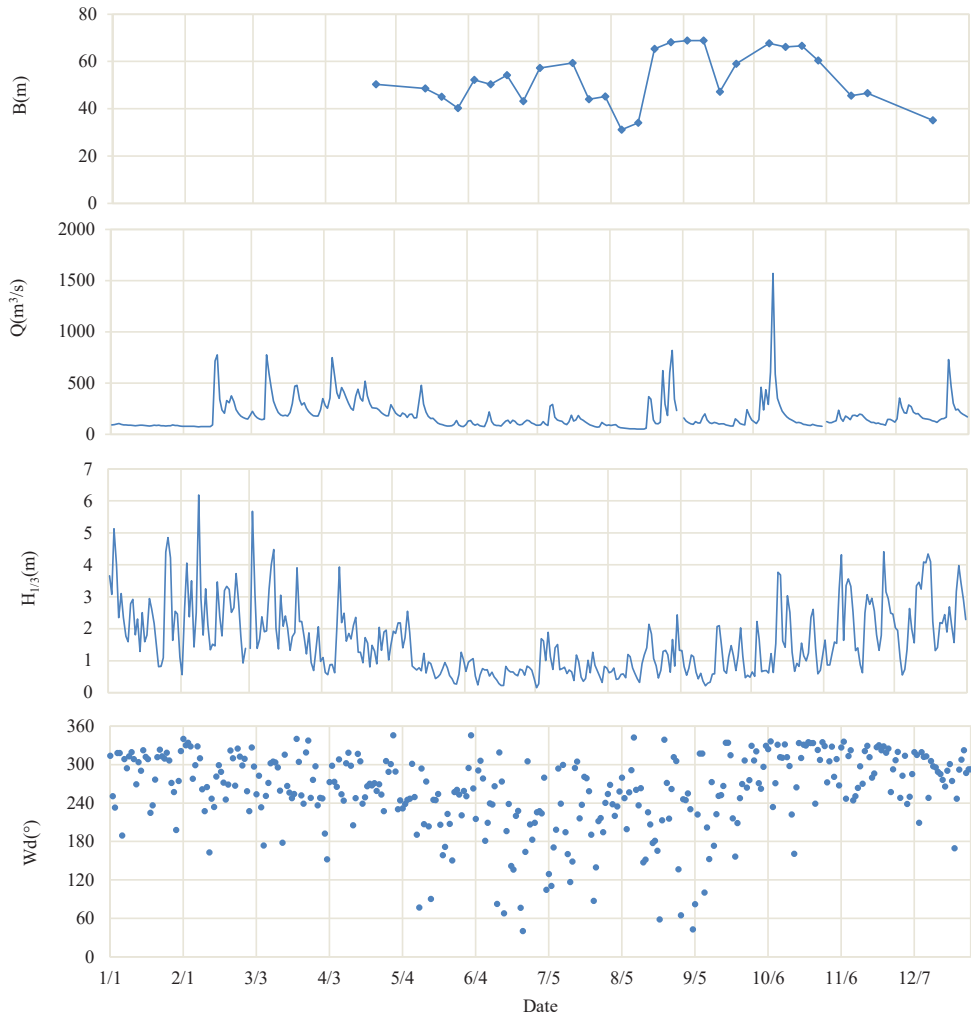


図-7 2016年データ

6. 河口幅と河川流量・有義波高・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 、河口幅と日平均波向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。本研究では既往研究⁵⁾より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2パターンを追加した10パターンを行なった。結果を表-1、表-2に示す。その結果、パターン10 (Q : 1ヶ月最大, H : 1週間平均) が最も高い相関性を示したため、河口幅に対して河川流量が長期間で変動に係して

いると考えられる。2015年は他の年に比べ低い相関が出ている。2016年も同様に他の年に比べ、やや低い相関を示している。2015、2016年は前述の要素以外のものが影響していると考えられる。

表-1 パターンと重相関 R (深浦・秋田)

パターン	Q	H	重相関 R				
			2013	2014	2015	2016	4ヶ年
1	撮影日	撮影日	0.499	0.593	0.203	0.466	0.282
2	1週間最大	1週間最大	0.604	0.602	0.106	0.475	0.349
3	1週間最大	撮影日	0.517	0.651	0.045	0.466	0.296
4	3日間最大	3日間最大	0.564	0.587	0.275	0.449	0.339
5	1週間最大	1週間平均	0.633	0.639	0.073	0.494	0.449
6	3日間最大	1週間平均	0.621	0.593	0.258	0.448	0.406
7	撮影日	1週間最大	0.519	0.406	0.228	0.429	0.191
8	撮影日	1週間平均	0.558	0.502	0.207	0.424	0.343
9	2週間最大	1週間平均	0.679	0.699	0.145	0.612	0.464
10	1ヶ月最大	1週間平均	0.799	0.873	0.217	0.556	0.486

表-2 パターンと重相関 R (秋田県沖:GPS 波浪計)

パターン	Q	H	重相関 R				
			2013	2014	2015	2016	4ヶ年
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

表-3 パターンと重相関 R ・波向 Wd 追加 (深浦・秋田)

パターン	Wd	重相関 R				
		2013	2014	2015	2016	4ヶ年
1	撮影日	0.809	0.873	0.222	0.565	0.478
2	3日間平均	0.808	0.875	0.298	0.555	0.476
3	1週間平均	0.822	0.889	0.248	0.572	0.484
-	波向き追加前	0.799	0.873	0.217	0.541	0.476

表-4 パターンと重相関 R ・波向 Wd 追加 (秋田県沖:GPS 波浪計)

パターン	Wd	重相関 R				
		2013	2014	2015	2016	4カ年
1	撮影日	0.812	0.797	0.225	0.573	0.460
2	3日間平均	0.810	0.828	0.321	0.564	0.459
3	1週間平均	0.824	0.789	0.265	0.590	0.462
-	波向き追加前	0.801	0.788	0.213	0.543	0.459

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 10 (Q :1ヶ月最大, H :1週間平均)を用いて、波向を追加した重回帰分析を行なった結果を表-3、表-4に示す。結果として深浦・秋田のデータでは追加前に比べ、相関の上昇が見られ、2015、2016年では最も相関が上がった。この結果から波向による影響があると考えられる。一方で、秋田県沖のデータでは追加前に比べ、相関は深浦・秋田に比べ低いことが分かる。

7. 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。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。波向は1週間平均により値が大きくなったため、継続的に作用しているのではないかと考えられる。しかし、2015、2016年については他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。ここに記して関係機関に対し謝意を表する。

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) 成田 舞, 石川 忠晴, 高橋 淳: 青森県高瀬川の河口部変動特性について, 海岸工学論文集 Vol.49, pp.526-530, 2002.
- 3) 山本健吾, 佐々木勇弥, 佐貫宏, 下園武範, 田島芳満, 佐藤慎司: 天竜川河口部における砂州の変形と水理特性に関する現地観測, 土木学会論文集 B2(海岸工学) Vol.70, No.2, pp.I_631-I_635, 2014.
- 4) 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.
- 5) 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)