

阿賀川における低水護岸工事の湧水ワンド創出効果について

田代 厚¹・佐藤 清彦¹・井上 良介¹・坪谷 拓実¹

¹阿賀川河川事務所 工務課 (〒965-8567 福島県会津若松市表町2-70)

阿賀川では低水護岸の施工にあたり湧水に配慮した工法を採用してきた。これまで施工した工事箇所周辺での湧水性ワンドの消長と護岸工事との関連について調査を実施し、その結果等について報告する。

キーワード 河川護岸, 環境, ワンド, 湧水

1. はじめに

阿賀野川水系阿賀川は、荒海山を水源とし、南会津、会津盆地、新潟との県境の狭窄部、新潟平野を通り日本海へ注ぐ一級河川である。また、阿賀川の河道内各所で湧水・伏流水の湧出がみられ、これらが起源となって多くのワンドが存在している。このようなワンドは、陸封型イトヨをはじめとしたさまざまな生物に利用される生育環境となっており、阿賀川の河川生態系を保全するうえで重要な位置を占めている。

一方、阿賀川では主に災害復旧工事において、低水護岸を施工している。施工に際して、治水上の機能を確保しつつ、湧水の透水性を確保することで、ワンドの保全に配慮している。今後、阿賀川では水衝部対策として低水護岸の整備を本格的に実施していく予定である。

本稿では、低水護岸とワンドの関連について調査し、ワンドの保全状況や生物の生息環境について把握するとともに、今後の水衝部対策工法検討における基本的な考え方を整理する。

2. 調査内容

(1) ワンドと工事履歴の重ね合わせ

阿賀川の航空写真をGIS上で展開し、各年代の阿賀川におけるワンドの位置および形状について判読し抽出した。対象となるワンドの判定基準は以下のとおりである。

- ・本流筋とは外れた場所にある止水域（たまりを含む）をワンドとして判定

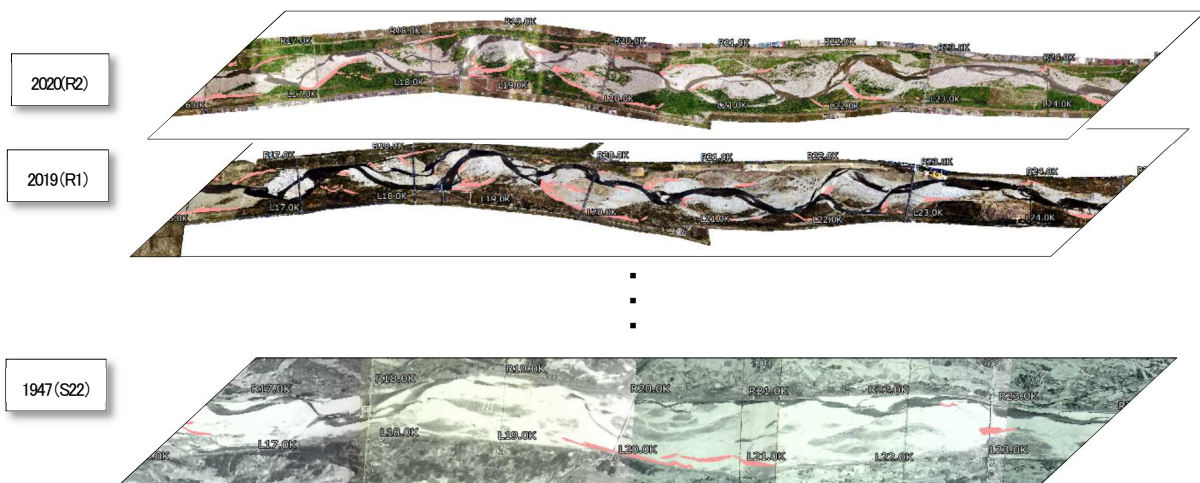


図-1 GISによる各年代のワンドデータと工事履歴との重ね合わせのイメージ

- ・河岸（堤防近く）のワンドを対象
- ・礫河原の中州等に発生しているワンドは除外
- ・写真から確実に水域と判断できる場所のみをワンドとし、植生等で覆われていて不明瞭な場所はワンドとはしない。

抽出した各年代のワンドの位置をGIS上で重ねあわせ、ワンドの分布状況の経年変化について整理した。

さらに、**図-1**のように各年代とのワンドとの位置と低水護岸の工事履歴をGIS上で重ねあわせ、関連について整理した。

(2) 護岸周辺に新たに形成されたワンドにおける湧水や水生生物の生息状況調査

低水護岸工事箇所周辺に形成されたワンドの状況を把握するために、表-1に示す代表的な2箇所において現地調査を行った。調査内容は、湧水状況、湧水箇所の指標となる陸封型イトヨ等の生息状況である。

表-1 ワンド調査 調査箇所

No	調査地区	所在地	左右岸	距離標	工事年度
1	磐越自動車道周辺	会津坂下町東原～ 会津若松市真宮	左岸	15.6～16.8k	2000(H14)
2	新橋(仮称)下流	会津若松市北四合	右岸	17.9～18.4k	1991(H3)

a) 湧水・伏流水の湧出状況調査

UAVに搭載された熱赤外線カメラにより、湧水・伏流水の湧出点を絞り込み、その後、実際に湧出点付近を踏査し、目視観察によって湧出点を特定した。

b) 魚類等の生息状況調査

潜水観察により、ワンド内の魚類（特にイトヨ）の生息状況を把握する。確認された魚類について、種類、個体数（概数）、サイズ、確認位置を記録する。併せてワンド内の水温、流速、水質（PH・電気伝導率）、底質（河床材料）も記録した。

3. 調査結果

(1) 各年代のワンドの箇所数（面積別）

図-2に各年代のワンドの箇所数を示す。古い年代の航空写真では解像度が低く、小さなワンドの判読が困難であるのに対し、新しい年代の航空写真では高解像度のため、小さなワンドも判読可能なことも考慮し、1,000m²以上の大きなワンドに注目する。結果として、ワンドの箇所数は新しい年代になるごとに微増傾向にあることが分かる。

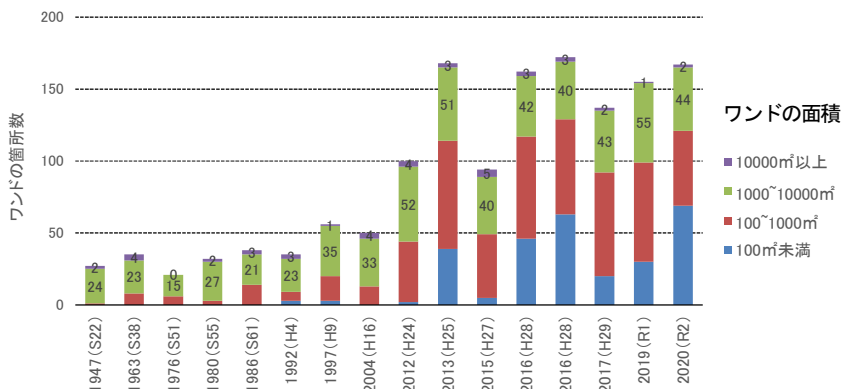


図-2 各年代のワンドの箇所数

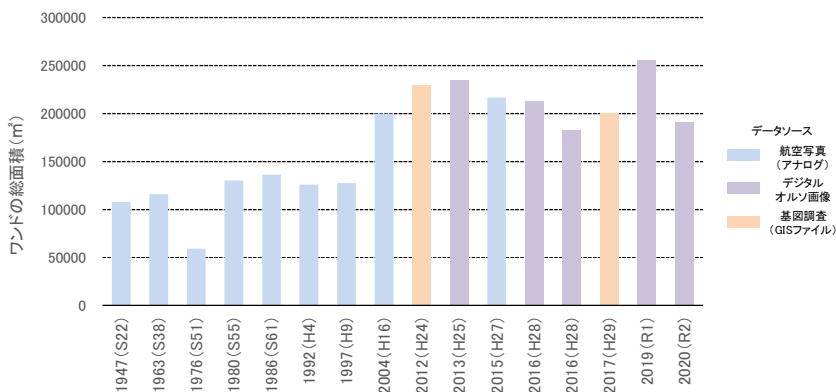


図-3 各年代のワンドの総面積

(2) 各年代のワンドの総面積

図-3に各年代のワンドの総面積を示す。1997(H9)年以前では概ね10,000m²台、2004(H16)年以降では概ね20,000m²となっており、前節における画像解析度の違いが一因としてあげられる。2000年代以降では、一定の増減傾向は認められなかったものの、出水等に河川環境に変化があった場合においても、川全体でみた場合にはワンド環境が確保されていることが示唆される。

(3) ワンド分布状況の経年変化

a) ワンドが形成されやすい区間

図-4に各年代における1km区間別のワンド面積を示した。ワンド面積が大きい区間は、ワンドの箇所数が多いもしくは大面積のワンドが存在する区間である。

ワンド面積が大きい区間は年代により異なるが、基本的に中流部で多く、特に15kmから20kmの区間については概ね各年代とも面積が大きい傾向があるため、ワンドが形成されやすい区間であるといえる。一方で狭窄部を含む下流部の0kmや5kmまでの区間や、直轄区間最上流部の30kmから31.6kmの区間については、経年的にみてもワンドはほとんど出現していない。

b) 継続的に存在しているワンド

継続して存在するワンドは、イトヨ等の安定した生息環境となり、洪水後の生物供給源にもなることから特に注目される。

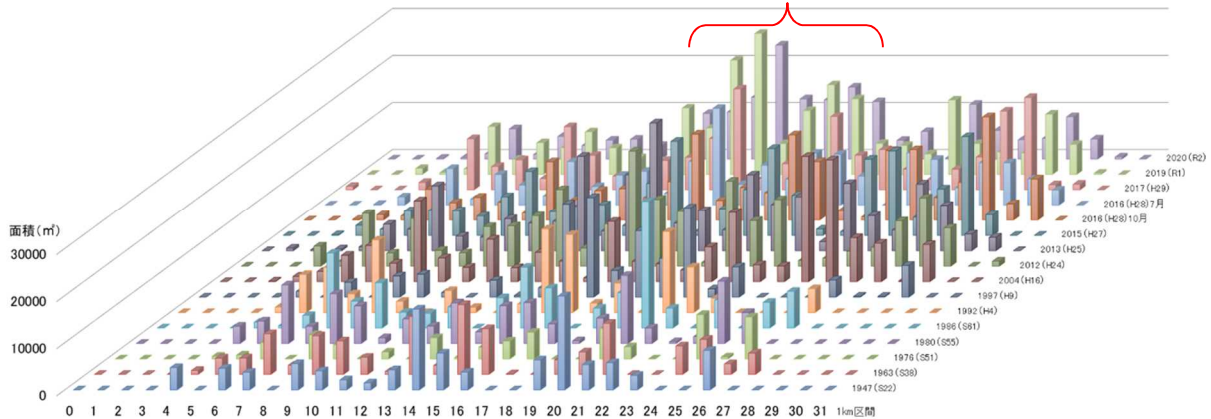
直近データの2020(R2)年で確認されたワンドのうち、

ある年代から継続的に存在しているワンドを表-2に示す。これらのワンドについては長期間維持されていることから、湧水等により水の供給が確保されていると考え

表-2 継続して存在しているワンド

近傍の距離標	最初に出現した年	備考
5.2 右岸	2004 (H16)	護岸全面に出現
5.2 左岸	2004 (H16)	
7.6 右岸	2012 (H24)	
8.4 左岸	1980 (S55)	近年は縮小傾向
10.2 右岸	2012 (H24)	護岸全面に出現
11 右岸	2012 (H24)	上流から水路の流入あり
14 左岸	2004 (H16)	護岸前面に出現、上流から水路の流入あり
15.5 左岸	2004 (H16)	護岸前面に出現
16.6 右岸	1992 (H4)	
16.8 左岸	2004 (H16)	護岸前面に出現、一時的に消失
18.4 右岸	1992 (H4)	護岸前面に出現
19 左岸	1997 (H9)	護岸前面に出現
20.2 左岸	1980 (S55)	上流から水路の流入あり 護岸前面に出現
26.2 右岸	2004 (H16)	上流から支川の流入あり
27.8 右岸	2004 (H16)	上流から水路の流入あり 護岸前面に出現
28.8 左岸	2004 (H16)	護岸前面に出現、上流から水路の流入あり

概ね15km~20km区間では各年代とも面積が大きい



年代	距離標1km区間																															総面積	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		31
1947(S22)	0	0	0	0	4732	0	4564	3723	0	5551	4032	2130	1501	4244	17143	7797	3758	0	0	8337	19926	5371	5774	3061	0	0	8362	0	0	0	0	0	106806
1963(S38)	0	0	0	0	841	3463	3458	8628	1952	8198	7103	3639	646	12313	1902	14803	8988	111	0	3114	4754	10814	0	0	8060	7442	2242	4518	0	0	0	115727	
1978(S51)	0	0	0	0	585	821	3469	0	5128	3040	151	1467	0	4508	319	2509	3790	5859	0	0	6494	2577	0	0	9435	418	8912	0	0	0	0	59282	
1980(S55)	0	0	0	0	3848	4758	12411	3648	10557	7882	1204	5188	3681	8601	2449	8012	8688	4143	582	5390	14450	3271	357	1490	13232	6569	0	0	0	0	130307		
1986(S61)	0	0	0	0	1255	500	2678	15894	5684	9617	3347	3116	4493	4	6394	12686	8485	0	4200	7478	26995	4180	0	5970	110	5456	7770	0	0	0	136519		
1992(H4)	0	0	0	0	1146	8061	9572	3963	15417	2378	0	4685	1105	0	1833	17743	16569	1995	6220	190	17174	9860	3013	0	0	0	5074	0	0	0	125777		
1997(H9)	0	0	0	0	1227	0	3131	0	4493	4863	967	0	3577	329	1983	19878	21223	5861	14108	8230	19029	1763	6420	0	0	0	3635	159	140	6727	0	127541	
2004(H16)	0	0	102	1121	2176	5607	7671	3908	17288	5033	3026	9015	2941	6209	4346	802	12838	4326	3791	2469	7422	14778	3572	3320	26770	26039	9349	8169	165	7886	0	200120	
2012(H24)	0	0	0	4263	1009	11284	2780	10185	3356	2824	8446	8562	10728	16379	3816	8984	24621	14294	11867	786	18181	9727	14240	1215	1697	3140	4015	9645	14607	8148	0	1050	229660
2013(H25)	10	546	193	370	843	5861	4575	13930	3120	2923	6826	5899	6284	20238	4217	16300	27342	5891	8603	4435	16288	9880	11564	1848	14439	7496	4418	14315	9729	3568	2880	0	234692
2015(H27)	0	0	132	2158	1284	5261	5347	5251	4137	8324	13721	5070	6212	6565	2063	11171	20161	948	5735	9843	18636	8636	1329	795	16353	18118	3862	8996	21170	4397	0	216676	
2016(H28)10月	0	0	128	1147	915	6858	3764	4919	3896	1502	12522	4435	6382	6785	4815	8253	18418	4238	7018	5871	18283	12546	1967	672	14915	15088	4824	8147	22082	3544	8859	0	212681
2016(H28)7月	0	0	156	1744	970	7802	1303	6552	4272	1980	9282	3942	6375	7207	2518	9320	20626	4407	8521	5559	11093	10836	6193	0	11149	9753	3717	9083	9035	5624	3215	0	182244
2017(H29)	722	0	0	1566	1009	10870	4980	6376	2376	13439	7350	2883	3694	6263	6915	10935	24164	2388	5550	3262	15616	7378	8545	4420	2273	4400	6977	16761	19841	1070	1188	0	200305
2018(R1)	0	0	1278	398	1212	10191	3272	6749	5863	9067	5638	3584	2671	14133	9665	24315	24317	6572	13568	18073	16092	6907	6182	4344	15845	6561	4780	4538	12828	6399	275	0	256207
2020(R2)	0	0	161	275	1123	6423	977	4807	2888	4025	4207	2898	3669	9702	10031	13168	24230	12794	12566	15292	12214	3993	5847	203	11641	6099	4107	4399	9010	4280	453	0	191480
区間別平均面積 (m²)	45.75	34.13	134.4	815.1	1498	5460	4621	6158	5641	5672	5490	4156	4010	7718	5038	11680	17264	4589	6385	6083	15163	7626	4688	1715	8995	7286	5134	5608	7401	3225	1053	65.64	-

図-4 各年代のワンドの総面積

られる。また、定期横断面で地形を確認すると、継続的に存在するワンドの多くは河床高が低く、みお筋の河床高と同等かそれ以下であることが特徴として挙げられる。これは安定した湧水の供給により堆積しづらい状態が維持されていることを示唆している。

(4) 低水護岸の工事履歴との関連

各年代のワンドと工事履歴を照合し、低水護岸工事後に工事箇所周辺に出現したワンドについて表-3に整理する。これらの箇所については、低水護岸工事により、護岸周辺で地下水の湧出が起こった結果、ワンドが形成された可能性がある。

これらのワンドのうち、10箇所が前節で採り上げた「継続して存在しているワンド」であり、護岸周辺で地下水の供給があり、かつ異形ブロックを使用した根固工は湧水の取り込みを妨げないため、湧水が豊富な箇所では湧水による水流が維持されることで土砂が堆積しづらいものと考えられる。他にも、護岸前面は洪水時に洗掘されやすく堆積しづらいことが考えられる。また、「16.8k～17.0k左岸」や、「22.6k左岸」のように、一度出現したワンドが攪乱により本流に曝されて消失し、その後再出現している事例もある。これは、河川が出水等により攪乱を受けた場合でも、護岸の周辺ではワンドの自然発生が期待できることを示している。

表-3 低水護岸工事後に工事箇所周辺に出現したワンド

工事箇所 近傍の距離標	工事年度	ワンドの 出現年	備 考
5.2 右岸	1936・1990 (S11・H2)	1976 (S51)	出現消失を繰り返し、 2004年以降は2020年 まで維持
	10.2 右岸	1972 (S47)	
14 左岸	2000 (H12)	2004 (H16)	その後2020年まで維持
15.4 左岸	2000 (H12)	2004 (H16)	その後2020年まで維持
16.8 左岸	1993・1994 (H5・H6)	1997 (H9)	2013年に一度消失、そ の後再出現し面積を拡 大
	17 左岸	2000 (H12)	
18.4 右岸	1991 (H3)	1992 (H4)	その後2020年まで維持
19 左岸	1991 (H3)	1997 (H9)	その後2020年まで維持
20.2 左岸	2001 (H13)	2004 (H14)	その後2020年まで維持
20.2 右岸	2016 (H28)	2017 (H29)	その後2020年まで維持
21.2 右岸	2002 (H14)	2004 (H16)	2015年以降はほぼ消失
22.6 左岸	1986 (S61)	2012 (H24)	出現と消失を繰り返す
27.8 右岸	1987(S62)	2004 (H16)	その後2020年まで維持
28.8 左岸	2002 (H14)	2004 (H16)	その後2020年まで維持 (面積は縮小)

(5) 護岸周辺に形成されたワンドの状況：磐越自動車道 周辺(左岸15.6k～16.8k)

a) 湧水・伏流水の湧出状況調査結果

熱赤外線画像の分析の結果、下流側のワンド1,ワンド2ともに本流よりも全体的に表面水温が高いため、ワンド内に湧水が存在していることが明らかであり、現地踏査においても染み出し水が各所に確認できた。

水は澄んでいて透明度が高く、水深は40cm～250cm程度であった。緑藻類が繁茂しておりかつ河床は砂礫のため、イトヨの繁殖に利用できると考えられる。

下流端は本流より高い位置にあり、1m程度の落差があった。そのため、魚類の生息環境を考えると平水時には基本的に閉鎖水域である。

b) 魚類等の生息状況調査結果

潜水観察を実施した結果、ワンド1, 2合計29尾の陸封型イトヨを確認した。イトヨ以外にもアブラハヤやオイカワの未成魚の群泳が確認できた。図-5.1に総括図を示す。

(6) 護岸周辺に形成されたワンドの状況：新橋(仮称)下 流(右岸17.9k～18.4k)

a) 湧水・伏流水の湧出状況調査結果

熱赤外線画像の分析の結果、ワンドにおいて本流よりも全体的に表面水温の高い箇所が確認されたため、湧水が存在していることが明らかであり、現地踏査においても湧水が各所に確認できた。

水深は、30～50cm程度であった。流速は10cm/s程度で流れはほとんど無かった。水は澄んでいて透明度が高く、河岸にはツルヨシ等の植生があり、河床には緑藻類が点在しており、ところどころにミクリも点在していた。河床は砂泥が多く、ところどころに粒径10cm程度の石礫が転がっていた。

下流端は伏流しており、魚類の生息環境を考えると基本的に閉鎖水域である。

b) 魚類等の生息状況調査結果

潜水観察を実施したところ、ワンドにおいて合計4尾の陸封型イトヨが確認された。イトヨ以外にもアブラハヤの群泳が確認できた。図-5.2に総括図を示す。

4. 資料調査及び現地調査のまとめ

本調査では、阿賀川において特徴的な環境となっている湧水ワンドについて、航空写真から経年的な分布の変遷を整理し、また、阿賀川の低水護岸工事の履歴と照合してワンドの出現・消失との関連について検討した。その結果、湧水ワンドは経年的に分布を変化させつつも阿賀川全体として保全されていることが示された。

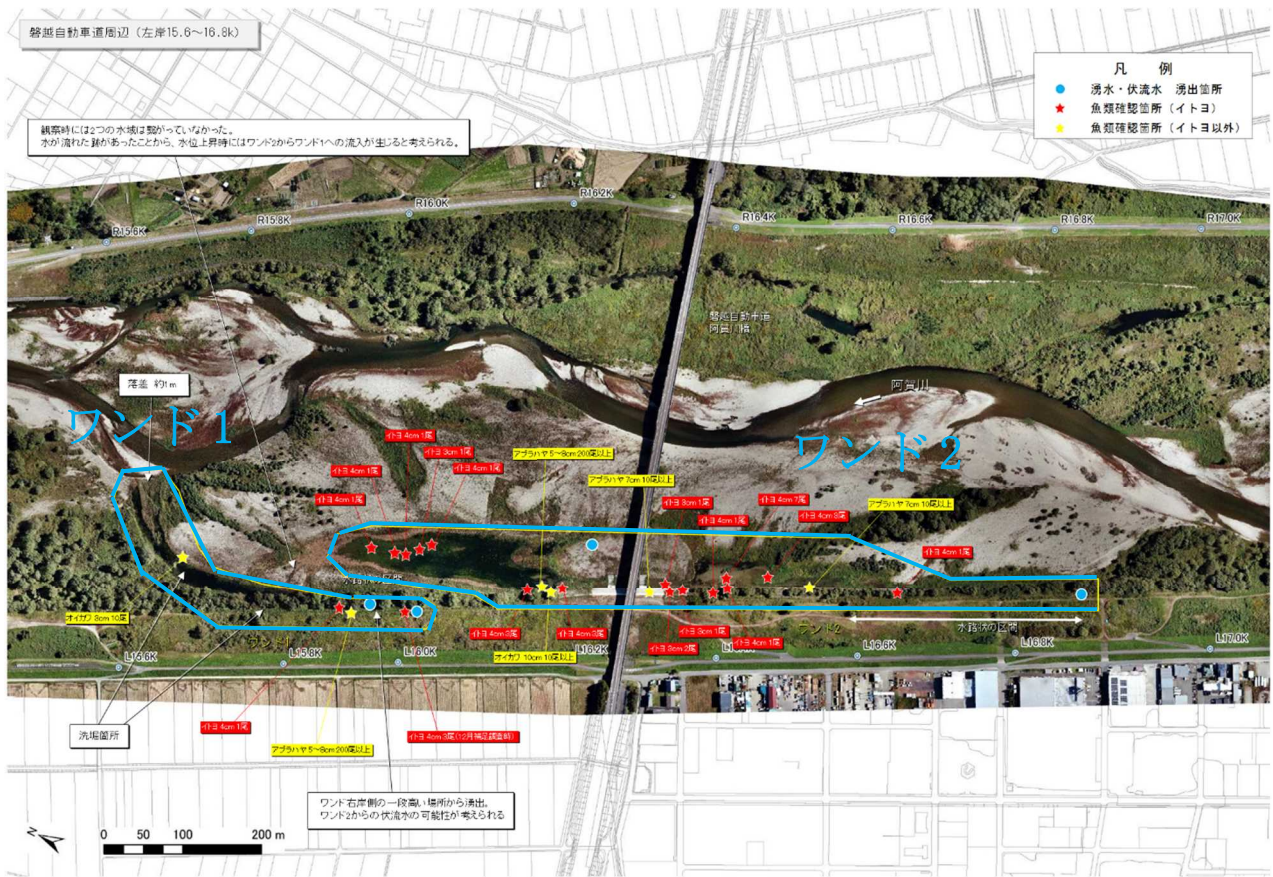


図-5.1 湧水ワンド調査総括図(磐越自動車道周辺)

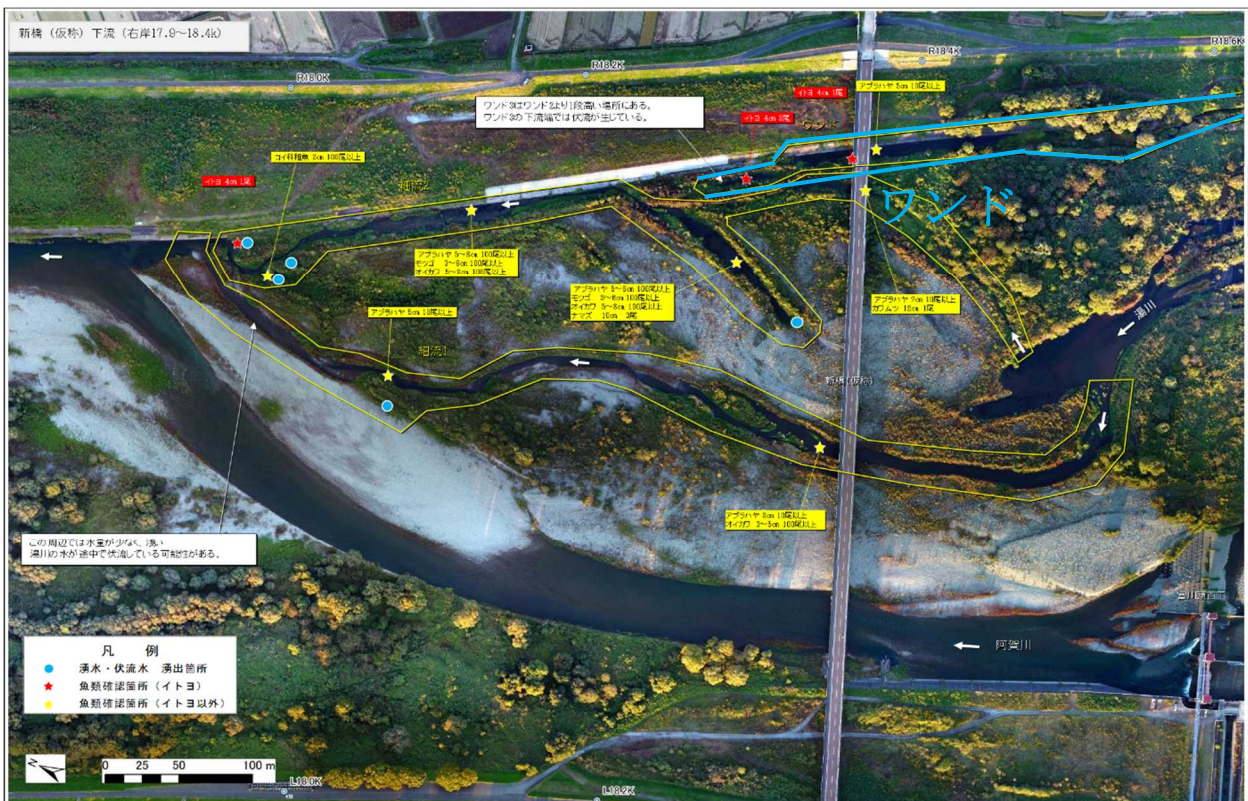


図-5.2 湧水ワンド調査総括図(新橋(仮称)下流)

また、低水護岸工事箇所周辺で新たなワンドの出現が複数箇所を確認されたほか、護岸周辺のワンドは安定的に維持されやすい傾向にあることや、出水により一度消失してもその後再び形成されている事例も確認された。これは、護岸前面は出水時に洗掘されやすいことや、根固工に採用されている異形コンクリートブロックは通水性が良好で湧水の取り込みを妨げないことによるものと考えられる。

また今回、低水護岸工事箇所周辺に形成されたワンド2箇所において、湧水の湧出状況及び阿賀川で特徴的な魚類である「陸封型イトヨ」等の生息状況についても現地調査を実施したが、両ワンドとも湧水の湧出があり、複数の陸封型イトヨの生息が確認された。このことから、護岸周辺に形成されたワンドについても、他のワンドと同様に陸封型イトヨ等の水生生物に生息場所として利用される貴重な環境となっていることが明らかとなった。

5. 今後に向けて

阿賀川の特徴的な環境要素である湧水ワンドは、出水等により分布を変えながらも阿賀川全体として保全され

ている。湧水ワンドには、出現・消滅しやすい不安定なものから、長期的に存続する安定したものまで多様なものがある。このうち安定した湧水ワンドは、洪水後の生物の供給源として機能することから、河川生態系の保全の観点からより重要性が高いといえる。

本稿において、阿賀川災害復旧工事で施工された低水護岸は、新たな湧水ワンドの発生や安定した湧水ワンドの形成を通じて、阿賀川の河川環境保全に寄与している可能性が示された。今回取り上げた2箇所だけではなく、他の低水護岸工事後にワンドが発生した箇所の詳細な工事内容や、工事後のワンド変遷状況、湧水しやすい区間等を整理し、効果的な事例を明らかにする必要がある。

将来的に豊かな河川環境の創出方法の一つとして活用していくために、湧水ワンド創出に寄与する阿賀川の特性やノウハウを蓄積し、今後の護岸工事の設計にも配慮する必要がある。

謝辞：本論文の作成に当たっては、阿賀川河川事務所職員及び経歴者から多くのご指導をいただきました。記して謝意を表します。