

庄川水系ダム堆砂と海岸変化との関係

大 西 外 明*・西 村 司**

1. 緒 言

富山湾海岸は、氷見市仏島より下新川郡朝日町境に至る、およそ 95 km の海岸である。単調な凹字型をなす比較的延長の短い海岸線にほぼ直交して、黒部川、片貝川、早月川、常願寺川、神通川、庄川、小矢部川の大河川のほか、50 余の河川が大小の河川扇状地を形成しながら流入している。富山湾海岸は古くから浸食海岸として知られ、昭和初期の頃からすでに突堤などの護岸が設置されてきたが、戦後の時代に入って海岸浸食の進行が急速化するにつれ、この海岸について広範囲な調査研究が行われるようになった。

これらの調査研究でも指摘されているように、この海岸はもともと浸食性に富んでいるのであるが、流入諸河川において戦後急速に進められた河道改修、水力開発、流域開発等の人為的要素により、海への流出土砂の特性が変化して、海岸浸食の急速化を招いたものと一般に考えられている。本報告では、河川に加えられた種々の人為的要素のうちでも、海への流出土砂量に最も大きな影響を与えているとみられているダム堆砂に注目し、庄川に建設されたダム群での堆積土砂が海岸変化に及ぼす影響につき検討した結果について述べる。

2. 庄川の影響を受ける海岸線の範囲

まず、富山湾海岸線のうちで庄川の影響が及ぶ範囲について検討をする。この場合、元来は河口部付近で合流していた庄川と小矢部川とを一体として取扱うのが妥当である。佐藤ら¹⁾(1970)の沿岸底質鉱物組成分析調査では、西は小矢部川河口左岸の国分から、東は海老江に至る範囲の底質鉱物組成が庄川の排出土砂の組成と良い相関関係を有していると報告されている。このことは湾内の水質調査結果および渦動域の配置²⁾からも推測できる所である。この底質鉱物分析による湾内各河川影響範囲の推測結果に関連して興味深いのは、この方法により推測した結果が、それぞれの河川の本来の流域範囲と一致すると考えられる点である。すなわち、神通川河道が海

老江付近にまで分布していたことは航空写真により明らかに認められ、また富山平野の古地図によっても、越の潟(現在の富山新港)東部付近までが庄川流域に属しているものと理解できる。底質鉱物分析による漂砂移動範囲の判定結果と河川の本来の流域との上記のような一致は、富山湾内の他河川についても認められる。河川から湾内へ排出された土砂は、掃流状態あるいは浮遊状態で、海岸沿いおよび沖合方向に移動するにしても、その移動範囲はそれぞれの流域範囲を超えることはないようである。

以上の結果、富山湾海岸における庄川の影響範囲を国分から海老江付近と考えて以下の検討を進めることにする。

3. 庄川流域の概要

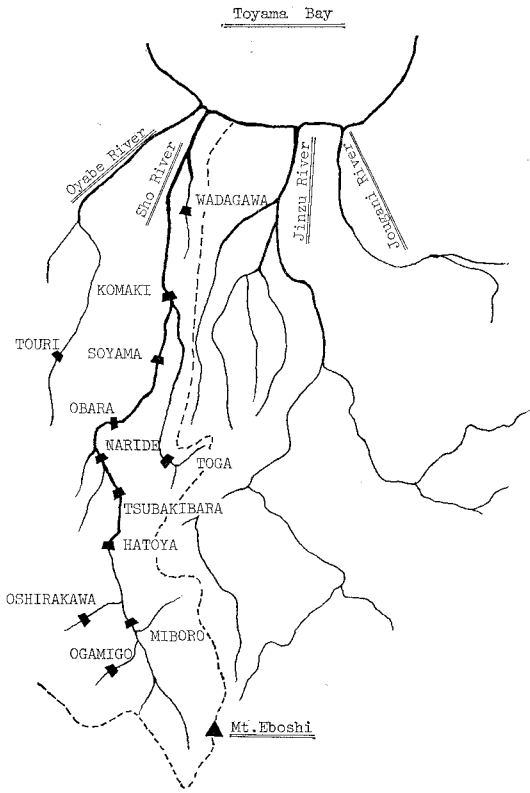
庄川は、図-1 に示すように、その源を烏帽子岳に発して北流しながら三谷川、尾上郷川、六井川を合流し、さらに、平瀬付近で白山の東斜面から流下する大白川を合流する。これより富山・岐阜県境に至るまでの間は山地が接近し、屈曲の多い峡谷を形成している。富山県に入ると小さな谷盆地となるが、その下流は再び峡谷となり、小牧付近で利賀川を合流する。山間部を流下した庄川は、青島付近で平野に出て、射水平野を通り大門町を経て、平野部唯一の支流和田川を合流して富山湾に注いでいる。庄川下流の平野部は県内農業地帯の中核をなしており、さらに昭和 39 年にはこの平野一円は新産業都市に指定され、越の潟に富山新港を建設して臨海工業地帯を造成するなど、裏日本有数の工業地帯としての発展が期待されている。

しかしながら、庄川流域の現在の安定と発展に至る過程は容易なものではなく、現在まで残されているおよそ 600 年の庄川の記録は、頻繁な洪水氾濫と悲惨な被害との歴史である。

このように庄川がもたらす災害の悲惨さの故に、その改修を求める地元の要望が古くから強く、明治以来、国の直轄事業として3回の大改修が行なわれ、その一環として庄川と小矢部川の分流が実現し、庄川の濁流より解放された小矢部川河口が良港(伏木港)として開発され、この地域の発展に大きく寄与することとなった。一方、

* 正会員 工博 東京理科大学教授 理工学部 土木工学科

** 正会員 工修 東京理科大学 理工学部 土木工学科



図一1 庄川水系図

上流の山間部においても各種の改修工事や砂防工事が行なわれた。また、上流部流域は多雨・多雪地帯であり、河川流量が豊富であるうえに、地形地質の面でも水力発電に適した条件に恵まれているために、昭和初期以来、格好の電源地帯として注目されてエネルギー開発が進められてきた。すなわち、昭和5年に小牧ダムと祖山ダムが建設され、特に小牧は当時においては東洋一の規模のものといわれた。その後、小原(昭和17年)、成出(昭和26年)、鳩谷(昭和31年)、椿原(昭和29年)、御母衣(昭和35年)、御母衣第二(昭和40年)、尾上郷(昭和46年)、の各ダムと発電所が完成し、その電気出力の合計はおおよそ60万kWに達している。発電用以外の目的でも、和田川、刃利(小矢部川沿い)の各ダムが建設されている。

4. 庄川水系のダム堆砂量の経年変化

一般にダムの建設は、洪水調節と河道勾配の安定化という二面を通して、下流地域の安定に寄与するところが大きい。他、一面では、河川から海岸への土砂供給量を減少させ、海岸侵食を促進することになる傾向があるとされている。特に庄川は、地質的に浸食性に富んだ地域を急勾配で流下し、かつ河道ぞいには随所に碎屑地帯が存在するために、大井川、吉野川、耳川、姫川らと共に、集水区域の単位面積当りの年間堆砂土砂量の多い

河川であるので、ダム堆砂の海岸変化におよぼす影響が目目されるのである。

庄川水系には、現在までに図一1に示す位置にダムが建設されているが、各ダムにおける堆積土砂量の経年変化を整理した結果を表一1に示す。表一1の堆積土砂量のうち昭和36年以後のものは通産省の調査資料³⁾を整理したものである。また昭和22年までのものは、神田⁴⁾の論文の資料を用いたものである。表一1の堆積土砂量は当該年までの累計値であるが、これを各ダムごと、および水系全体としての累計堆積土砂量の経年変化を図示すると図二のとおりである。また表二は表一から年間の堆積土砂量を計算したものである。

水系全体としての堆積土砂量は図二にみられるように昭和初期より逐次増加し、昭和45年以後は増加率は微少になっている。その間、昭和39年から40年の間、および、昭和41年と42年の間で増加率は大きくなっている。前者の急増傾向は鳩谷ダムの影響を大きく受け、また、後者には、祖山、成出での堆積量が例年になく多かったことが影響している。昭和42年のこの傾向は祖山、成出、椿原、小原でのその年の堆積量が例年に比べて異常に多かったのか、あるいは、測定誤差に起因するものなのかは明確ではない。

図二、表一、表二から次のことがいえる。

(i) 水系のダム群は、堆砂の現状によって3つのグループに分類できる。すなわち、貯水池の堆砂容量に余裕がなくなったとみられる下流部ダム群(祖山、小牧)、堆砂容量の余裕が甚だしく減少しているものの、堆積土砂量に漸増の傾向が認められる中流部ダム群(小原、鳩谷、成出、椿原)、堆積容量におお余裕を残す上流部ダム群(御母衣)である。

(ii) 下流部ダム群は昭和20年前後の頃までの庄川河道内堆砂に大きく影響を与えたが、昭和38年以後はその影響は軽微である。中流部ダム群は昭和30年前後より昭和42年頃までの間で影響度が大きい。上流部ダム群の影響は昭和36年より現われている。

(iii) 現在に至るまでの庄川ダム群内累計堆積土砂量への寄与度、したがって、海岸変化に及ぼす影響度は下流のダムほど大きい。すなわち、庄川の影響を受ける海岸延長を12kmと考え、海岸線沿いに平均高さ5mの砂浜を仮定し、祖山、鳩谷、御母衣について、堆積土砂量に相当する海浜の平均幅を計算すると、

	累 計 堆 砂 量	相当砂浜 平 均 幅
祖 山	昭和38年まで $17\,487 \times 10^3 \text{ m}^3$	290 m
鳩 谷	昭和41年まで $7\,764 \times 10^3 \text{ m}^3$	129 m
御 母 衣	昭和48年まで $2\,200 \times 10^3 \text{ m}^3$	24 m

となる。なお以上の値はあくまで比較のためのものである

表一1 ダム別堆砂量経年変化 (単位 10^3 m^3)

ダ ム 名	御母衣	大白川	鳩 谷	椿 原	成 出	小 原	祖 山	小 牧	利 賀	尾上郷	和田川	刀 利	堆 砂 量 計
ダム 高 (m)	131	90	63.2	66.7	51.3	49.0	69.7	76.2	31	34	31	101	
全貯水容量 ($\times 1000 \text{ m}^3$)	365 780	14 200	33 539	38 700	9 709	11 419	33 850	37 957	1 113	1 070	3 070	31 400	
竣工年月	36.1	38.12	31.11	29.1	26.11	17.12	5.12	5.11	19.3	46.11	43	41	
昭和 7 年							493	89					582
8							721	189					910
9							1 340	1 390					2 730
10							3 832	2 608					6 440
11							5 282	3 126					8 408
12							6 577	3 217					9 794
13							7 615	3 295					10 910
14							9 530	3 488					13 018
15							12 617	3 588					16 205
16							12 964	3 705					16 669
17							14 289	3 768					18 057
18						1 004	14 358	3 976					19 338
19						2 414	—	4 064					20 878
20						4 081	14 487	—	403				23 171
21						4 916	14 770	4 342	413				24 441
22						5 185	15 748	4 420	478				25 831
36	5		5 599	2 454	2 800	8 370	16 993	7 221					43 442
37	250		6 028	2 500	2 801	8 381	17 483	6 752					44 195
38	401		6 278	2 522	2 802	8 394	17 487	7 224					45 108
39	756	145	6 517	2 597	2 815	8 511	17 507	7 235					46 083
40	995	222	7 120	2 674	2 828	8 546	17 519	7 794	962				48 660
41	1 218	246	7 764	2 684	2 831	8 601	17 526	7 813	965				49 642
42	1 339	267	7 240	4 192	3 992	9 132	19 946	7 929	946				54 681
43	1 701	348	7 326	4 232	4 079	9 394	20 246	5 940	952				54 222
44	1 873	435	7 493	4 237	4 079	9 396	20 247	6 485	917				55 162
45	2 014	467	7 509	4 238	4 050	9 396	20 247	6 703	838		9	906	56 377
46	2 077	483	7 721	3 747	3 631	8 938	19 858	7 257	976		27	913	55 628
47	2 133	520	7 381	3 605	3 679	8 865	19 863	7 240	1 008		36	926	55 256
48	2 200	551	7 534	3 565	3 762	8 883	19 833	7 681	988	3	39	987	56 026

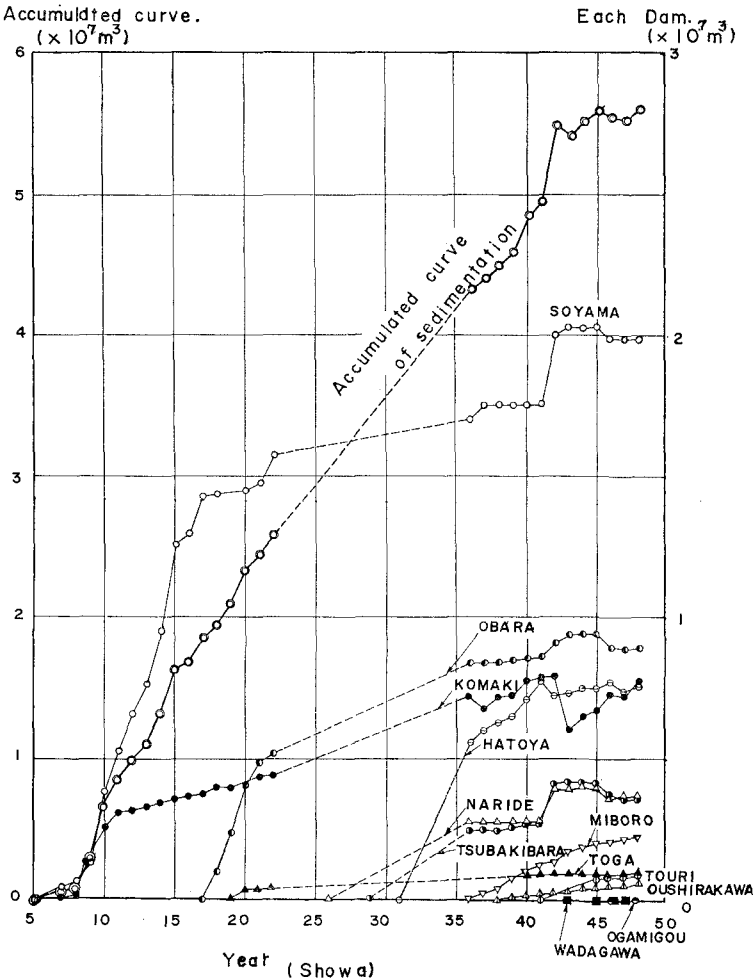
り累計堆積土砂量がそのまま砂浜幅につながることはない。また 図一4 にみられるように御母衣の累計曲線が、鳩谷や祖山の堆積開始時の曲線に比べて勾配が緩かであることから、上流部ダムの影響が下流部ダムよりも一般に軽微であることがわかる。

5. 庄川影響下の海岸変化

富山湾海岸の浸食の記録は明治以来の古い文献などにも残されており、近年におけるダム建設等の人為的要素が無くても、浸食は漸次進行していったことであろう。しかし、これらの人為的要素が海岸浸食を加速する効果

をもつことも高い確率でありうるとの考えに立脚し、庄川の開発、改修等が急速に進められた昭和 20 年代早期から現在に至るまでの海岸線変化を航空写真および既存資料、現地調査 (昭和 52 年 3 月実施) を基に検討した。なお、航空写真として、昭和 22 年、47 年、および 49 年撮影のものを利用した。

検討にさいしては、庄川影響下の代表的地点として、海老江 (練合)、越の潟口、放生津八幡宮裏、奈呉、国分浜、雨晴の各地点をえらんだ。図一3 は各地点における海岸線変化の状態および護岸対策実施の経緯をまとめたものである。護岸対策に関する昭和 5 年以前の記録は筆



図一2 堆砂量経年変化

表一2 ダム別年間堆砂量 (単位 $10^8 m^3$)

	御母衣	大白川	鳩谷	椿原	成出	小原	祖山	小 牧	利賀	尾上郷	和田川	刀利	合 計
37 年	245	—	429	46	1	11	490	△469	—	—	—	—	753
38	151	—	250	22	1	13	4	472	—	—	—	—	913
39	365	145	239	75	13	117	20	11	—	—	—	—	985
40	239	77	603	77	13	35	12	559	—	—	—	—	1615
41	223	24	644	10	3	55	7	19	3	—	—	—	988
42	121	21	△524	1508	1161	531	2418	116	△19	—	—	—	5333
43	262	81	86	44	87	262	302	△1989	6	—	—	—	△759
44	172	87	167	1	0	2	1	545	△35	—	—	—	940
45	141	32	16	1	△29	0	0	218	21	—	—	—	400
46	63	16	212	△491	△419	△458	△189	554	138	—	18	7	△549
47	56	37	△340	△142	48	△73	5	△17	32	—	9	13	△394
48	67	31	153	△40	83	18	△30	441	△20	3	3	61	770

者らの手元になかったが、当時の技術水準を考慮すると、大規模なものは施工されたとは考え難い。昭和5年頃になると高波が集中する傾向にある海老江付近に突堤が施

4 m/yr、奈呉海岸 1.5 m/yr となっている。特に昭和初期以来の海岸浸食加速の原因を、庄川水系ダム群の建設のみに求めるのは、ダムにとっては苛酷にすぎることでは

工され、新湊の居住地が海岸線沿いに分布する、放生津八幡宮裏海岸から奈呉海岸にはコンクリート護岸や突堤が設けられている。しかし、その当時のこの海岸には、なお砂浜が連なり、漁夫の陸作業や住民の手軽な海水浴場として利用されていた。この砂浜の存在は、昭和24年の吉川⁹⁾らの調査時においても認められている。

さて、昭和5年に本格的に着手されたこの海岸の保護工事は、年と共に大規模化しながら現代に至っているが、その過程は、次の4つの段階に分けることができよう。

第1段階(昭和5年～24年): 海岸浸食が一般に認識され始め、比較的小規模な対策に着手した時代。

第2段階(昭和24年～34年): 総合的な浸食対策確立のための調査研究に着手されたが、海岸保護対策の進展よりも浸食の方がより進行して砂浜の消滅が進んだ時代であり、昭和34年末に海岸保全区域の指定をうけることになる。

第3段階(昭和35年～51年): コンクリート護岸の強化、コンクリート塊、離岸堤等により浸食対策を大規模に推進した時代であり、この段階の終りの頃には部分的に砂がついた所が認められる。

第4段階: 昭和51年以後将来の段階であり、海面埋立て等により海岸線を積極的に海側に移そうとする計画が進められている。

海岸保護対策実施の必要性が海岸浸食の進展とほぼ軌を一にするものと考えれば、上記の各段階は、この海岸の浸食進行の段階をしめすものと受けとめることができよう。この海岸の過去の年間平均浸食速度は、富山県の調査⁶⁾によれば、海老江 1.0 m/yr、越の潟 2～

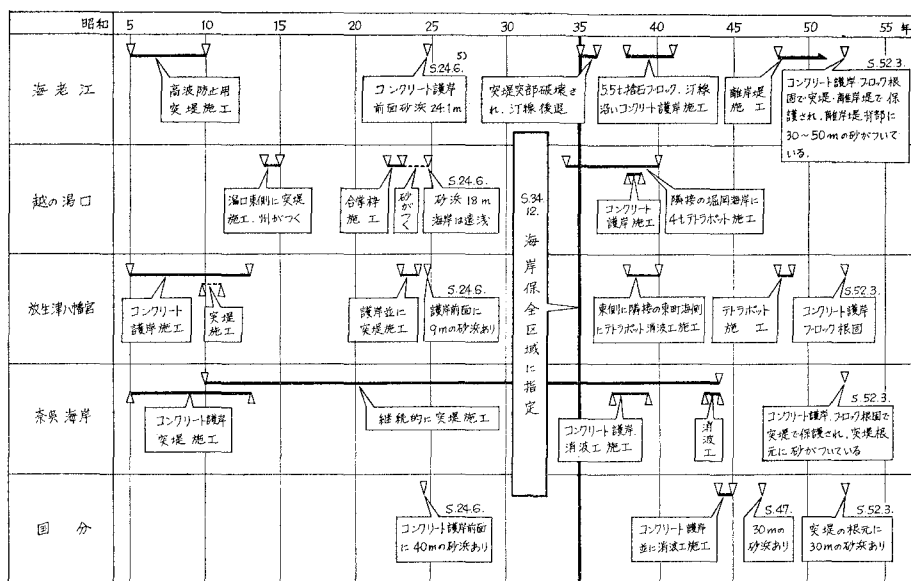


図-3 海岸線変化と護岸対策

あろうが、上にのべた海岸保護工あるいは海岸浸食の進行の段階とダム建設の進展段階とはかなり高い相関関係が認められる。すなわち、“第1段階”の始点である昭和5年は祖山、小牧の竣工年であり、また昭和17年には小原が完成し、また、規模が小さいが昭和19年には利賀が湛水を開始している。“第2段階”は海岸浸食の進行が速まった時期であるが、昭和24年6月の吉川らの調査時にはなお相当量の砂浜があったことから判断すると、浸食が特に多いのは昭和25年以後と考えてよく、その時期には成出(昭和26年11月)、椿原(昭和29年1月)、鳩谷(昭和31年11月)が完成している。

“第3段階”には、庄川水系で最大の貯水池を擁する御母衣が昭和36年初めに完成しているが、この海岸では昭和39年以後に浸食が特に急速化する傾向があったと報告されており、それが庄川水系ダム累計堆積土砂量曲線(図-2)の勾配の大きな時期と一致しているのは注目される。なお、この時期には海岸保護対策が強力に進められたために、浸食の際立った進行は阻止されている。

また、“第3段階”の後の時期には離岸堤や突堤部に部分的に砂がつき始めているが、これは図-2にみられる昭和45、46年以後の累計堆積土砂量曲線の平坦化の傾向と関連があるようにも受けとれる。しかし、昭和49年以後の堆砂傾向を考慮に入れていない現時点では、そ

の相関を断定するのは早計と考えられる。

5. 結 語

以上、庄川水系ダム群と富山湾海岸変化との関係について報告した。庄川以外の水系の場合についても現在検討中であるが、それについては別の機会に報告することとした。

なお、本研究をすすめるに当たり、富山県土木部の方から貴重な資料の提供をいただいたことを特記し、謝意を表する。

参 考 文 献

- 1) 佐藤・入江・堀江：富山海岸における漂砂源と卓越方向について、第17回海岸工学講演会論文集，pp. 297~303, 1970.
- 2) 港湾審議会第57回計画部会資料：伏木富山港湾計画資料—改訂—，1973年8月.
- 3) 通産省公益事業局水力課：昭和36年度ないし昭和48年度貯水池土砂堆積状況表，発電水力，No. 71~No. 136 (各年度につき逐次掲載.)
- 4) 神田：常願寺川、黒部川、庄川における河口排出土砂量について、富山湾海岸浸食調査報告書，pp. 232~255, 1952.
- 5) 吉川・富山県土木部河港課：富山湾海岸調査報告，富山湾海岸浸食調査報告書，pp. 33~53, 1952.
- 6) 富山県土木部河川課編：富山県の河川海岸便覧(昭和51年)，pp. 99~100.
- 7) 前出 6)，p. 85.