

飛島における水資源開発について

東北地方建設局 酒田工事事務所 ○寺澤 敬一
渋谷 昭人

1. はじめに

飛島は、山形県酒田市より約39km離れた日本海上の小島であり、自然景観、動植物や魚貝類に恵まれた観光地である。しかし、観光シーズンの夏期には、観光客の増加も手伝ってたびたび長期にわたる水不足に悩まされており、安定した水資源の開発が望まれているところである。

本調査は、飛島の水需給、水供給施設の現状の把握、調査を実施し、将来の水需給バランス、水供給施設の概略検討を行い、飛島における長期間の安定した水資源対策を立案することを行ったものである。

2. 飛島の水需給の現状と問題点

飛島は、島の特性ということより大きな河川が存在しないため、常時表流水が流れ込んでいる谷に貯水池及び砂防ダムを設け、これを連動させて上水の原水を確保しており（表2-1）現在、8ダム総貯水容量は3.8万m³、年間5万m³の上水を確保している。

飛島の面積2.32km²に対し、年間の降水量は1300mm程度であることから総雨量は300万m³となり、このうち上水の原水5万m³なので上水開発量の降水量に対する割合は、1.7%にしかならない。また、観光客が集中し、水需要の最盛期となる夏期には降水量も少いことから（表2-2）、酒田市より原水を船により海上輸送している。現在表流水が認められる谷に対しては全てダムが設けられて取水しておりそれらのダムの総流域面積S=0.36km²、流出係数を25%とすると、表流水の全量は、最渴水年の昭和59年を対象として9万m³となりダムでの開発量の限界と思われる。また問題点として次の3点があげられる。

①水源のダムの大半は治山・砂防のダムであり堆砂満杯

迄の余裕期間を貯水転用している状態である。これらの砂防ダムは、高さ15m以内貯砂量2,000～6,000m³のコンクリート砂防ダムであり、堆砂年は20年程度で満杯する状態にあり水源が不安定である。

②飛島簡易水道の現計画給水量は、一人一日最大450lであるが、酒田市の上水道での計画給水量一人一日最大600lには程遠く、今後下水道の普及に伴い給水量の増加傾向に拍車をかけることは

表2-1 簡易水道の経緯

飛島の面積2.32km ²		第1水道		第2水道		第3水道	
ダム名	貯水容量	ダム名	貯水容量	ダム名	貯水容量	ダム名	貯水容量
1号ダム	12,000	2号ダム	10,000	3号ダム	10,000	4号ダム	10,000
5号ダム	12,000	6号ダム	10,000	7号ダム	10,000	8号ダム	10,000
9号ダム	12,000	10号ダム	10,000	11号ダム	10,000	12号ダム	10,000
13号ダム	12,000	14号ダム	10,000	15号ダム	10,000	16号ダム	10,000
17号ダム	12,000	18号ダム	10,000	19号ダム	10,000	20号ダム	10,000
21号ダム	12,000	22号ダム	10,000	23号ダム	10,000	24号ダム	10,000
25号ダム	12,000	26号ダム	10,000	27号ダム	10,000	28号ダム	10,000
29号ダム	12,000	30号ダム	10,000	31号ダム	10,000	32号ダム	10,000
33号ダム	12,000	34号ダム	10,000	35号ダム	10,000	36号ダム	10,000
37号ダム	12,000	38号ダム	10,000	39号ダム	10,000	40号ダム	10,000
41号ダム	12,000	42号ダム	10,000	43号ダム	10,000	44号ダム	10,000
45号ダム	12,000	46号ダム	10,000	47号ダム	10,000	48号ダム	10,000
49号ダム	12,000	50号ダム	10,000	51号ダム	10,000	52号ダム	10,000
53号ダム	12,000	54号ダム	10,000	55号ダム	10,000	56号ダム	10,000
57号ダム	12,000	58号ダム	10,000	59号ダム	10,000	60号ダム	10,000
61号ダム	12,000	62号ダム	10,000	63号ダム	10,000	64号ダム	10,000
65号ダム	12,000	66号ダム	10,000	67号ダム	10,000	68号ダム	10,000
69号ダム	12,000	70号ダム	10,000	71号ダム	10,000	72号ダム	10,000
73号ダム	12,000	74号ダム	10,000	75号ダム	10,000	76号ダム	10,000
77号ダム	12,000	78号ダム	10,000	79号ダム	10,000	80号ダム	10,000
81号ダム	12,000	82号ダム	10,000	83号ダム	10,000	84号ダム	10,000
85号ダム	12,000	86号ダム	10,000	87号ダム	10,000	88号ダム	10,000
89号ダム	12,000	90号ダム	10,000	91号ダム	10,000	92号ダム	10,000
93号ダム	12,000	94号ダム	10,000	95号ダム	10,000	96号ダム	10,000
97号ダム	12,000	98号ダム	10,000	99号ダム	10,000	100号ダム	10,000
101号ダム	12,000	102号ダム	10,000	103号ダム	10,000	104号ダム	10,000
105号ダム	12,000	106号ダム	10,000	107号ダム	10,000	108号ダム	10,000
109号ダム	12,000	110号ダム	10,000	111号ダム	10,000	112号ダム	10,000
113号ダム	12,000	114号ダム	10,000	115号ダム	10,000	116号ダム	10,000
117号ダム	12,000	118号ダム	10,000	119号ダム	10,000	120号ダム	10,000
121号ダム	12,000	122号ダム	10,000	123号ダム	10,000	124号ダム	10,000
125号ダム	12,000	126号ダム	10,000	127号ダム	10,000	128号ダム	10,000
129号ダム	12,000	130号ダム	10,000	131号ダム	10,000	132号ダム	10,000
133号ダム	12,000	134号ダム	10,000	135号ダム	10,000	136号ダム	10,000
137号ダム	12,000	138号ダム	10,000	139号ダム	10,000	140号ダム	10,000
141号ダム	12,000	142号ダム	10,000	143号ダム	10,000	144号ダム	10,000
145号ダム	12,000	146号ダム	10,000	147号ダム	10,000	148号ダム	10,000
149号ダム	12,000	150号ダム	10,000	151号ダム	10,000	152号ダム	10,000
153号ダム	12,000	154号ダム	10,000	155号ダム	10,000	156号ダム	10,000
157号ダム	12,000	158号ダム	10,000	159号ダム	10,000	160号ダム	10,000
161号ダム	12,000	162号ダム	10,000	163号ダム	10,000	164号ダム	10,000
165号ダム	12,000	166号ダム	10,000	167号ダム	10,000	168号ダム	10,000
169号ダム	12,000	170号ダム	10,000	171号ダム	10,000	172号ダム	10,000
173号ダム	12,000	174号ダム	10,000	175号ダム	10,000	176号ダム	10,000
177号ダム	12,000	178号ダム	10,000	179号ダム	10,000	180号ダム	10,000
181号ダム	12,000	182号ダム	10,000	183号ダム	10,000	184号ダム	10,000
185号ダム	12,000	186号ダム	10,000	187号ダム	10,000	188号ダム	10,000
189号ダム	12,000	190号ダム	10,000	191号ダム	10,000	192号ダム	10,000
193号ダム	12,000	194号ダム	10,000	195号ダム	10,000	196号ダム	10,000
197号ダム	12,000	198号ダム	10,000	199号ダム	10,000	200号ダム	10,000
201号ダム	12,000	202号ダム	10,000	203号ダム	10,000	204号ダム	10,000
205号ダム	12,000	206号ダム	10,000	207号ダム	10,000	208号ダム	10,000
209号ダム	12,000	210号ダム	10,000	211号ダム	10,000	212号ダム	10,000
213号ダム	12,000	214号ダム	10,000	215号ダム	10,000	216号ダム	10,000
217号ダム	12,000	218号ダム	10,000	219号ダム	10,000	220号ダム	10,000
221号ダム	12,000	222号ダム	10,000	223号ダム	10,000	224号ダム	10,000
225号ダム	12,000	226号ダム	10,000	227号ダム	10,000	228号ダム	10,000
229号ダム	12,000	230号ダム	10,000	231号ダム	10,000	232号ダム	10,000
233号ダム	12,000	234号ダム	10,000	235号ダム	10,000	236号ダム	10,000
237号ダム	12,000	238号ダム	10,000	239号ダム	10,000	240号ダム	10,000
241号ダム	12,000	242号ダム	10,000	243号ダム	10,000	244号ダム	10,000
245号ダム	12,000	246号ダム	10,000	247号ダム	10,000	248号ダム	10,000
249号ダム	12,000	250号ダム	10,000	251号ダム	10,000	252号ダム	10,000
253号ダム	12,000	254号ダム	10,000	255号ダム	10,000	256号ダム	10,000
257号ダム	12,000	258号ダム	10,000	259号ダム	10,000	260号ダム	10,000
261号ダム	12,000	262号ダム	10,000	263号ダム	10,000	264号ダム	10,000
265号ダム	12,000	266号ダム	10,000	267号ダム	10,000	268号ダム	10,000
269号ダム	12,000	270号ダム	10,000	271号ダム	10,000	272号ダム	10,000
273号ダム	12,000	274号ダム	10,000	275号ダム	10,000	276号ダム	10,000
277号ダム	12,000	278号ダム	10,000	279号ダム	10,000	280号ダム	10,000
281号ダム	12,000	282号ダム	10,000	283号ダム	10,000	284号ダム	10,000
285号ダム	12,000	286号ダム	10,000	287号ダム	10,000	288号ダム	10,000
289号ダム	12,000	290号ダム	10,000	291号ダム	10,000	292号ダム	10,000
293号ダム	12,000	294号ダム	10,000	295号ダム	10,000	296号ダム	10,000
297号ダム	12,000	298号ダム	10,000	299号ダム	10,000	300号ダム	10,000
301号ダム	12,000	302号ダム	10,000	303号ダム	10,000	304号ダム	10,000
305号ダム	12,000	306号ダム	10,000	307号ダム	10,000	308号ダム	10,000
309号ダム	12,000	310号ダム	10,000	311号ダム	10,000	312号ダム	10,000
313号ダム	12,000	314号ダム	10,000	315号ダム	10,000	316号ダム	10,000
317号ダム	12,000	318号ダム	10,000	319号ダム	10,000	320号ダム	10,000
321号ダム	12,000	322号ダム	10,000	323号ダム	10,000	324号ダム	10,000
325号ダム	12,000	326号ダム	10,000	327号ダム	10,000	328号ダム	10,000
329号ダム	12,000	330号ダム	10,000	331号ダム	10,000	332号ダム	10,000
333号ダム	12,000	334号ダム	10,000	335号ダム	10,000	336号ダム	10,000
337号ダム	12,000	338号ダム	10,000	339号ダム	10,000	340号ダム	10,000
341号ダム	12,000	342号ダム	10,000	343号ダム	10,000	344号ダム	10,000
345号ダム	12,000	346号ダム	10,000	347号ダム	10,000	348号ダム	10,000
349号ダム	12,000	350号ダム	10,000	351号ダム	10,000	352号ダム	10,000
353号ダム	12,000	354号ダム	10,000	355号ダム	10,000	356号ダム	10,000
357号ダム	12,000	358号ダム	10,000	359号ダム	10,000	360号ダム	10,000
361号ダム	12,000	362号ダム	10,000	363号ダム	10,000	364号ダム	10,000
365号ダム	12,000	366号ダム	10,000	367号ダム	10,000	368号ダム	10,000
369号ダム	12,000	370号ダム	10,000	371号ダム	10,000	372号ダム	10,000
373号ダム	12,000	374号ダム	10,000	375号ダム	10,000	376号ダム	10,000
377号ダム	12,000	378号ダム	10,000	379号ダム	10,000	380号ダム	10,000
381号ダム	12,000	382号ダム	10,000	383号ダム	10,000	384号ダム	10,000
385号ダム	12,000	386号ダム	10,000	387号ダム	10,000	388号ダム	10,000
389号ダム	12,000	390号ダム	10,000	391号ダム	10,000	392号ダム	10,000
393号ダム	12,000	394号ダム	10,000	395号ダム	10,000	396号ダム	10,000
397号ダム	12,000	398号ダム	10,000	399号ダム	10,000	400号ダム	10,000
401号ダム	12,000	402号ダム	10,000	403号ダム	10,000	404号ダム	10,000
405号ダム	12,000	406号ダム	10,000	407号ダム	10,000	408号ダム	10,000
409号ダム	12,000	410号ダム	10,000	411号ダム	10,000	412号ダム	10,000
413号ダム	12,000	414号ダム	10,000	415号ダム	10,000	416号ダム	10,000
417号ダム	12,000	418号ダム	10,000	419号ダム	10,000	420号ダム	10,000
421号ダム	12,000	422号ダム	10,000	423号ダム	10,000	424号ダム	10,000
425号ダム	12,000	426号ダム	10,000	427号ダム	10,000	428号ダム	10,000
429号ダム	12,000	430号ダム	10,000	431号ダム	10,000	432号ダム	10,000
433号ダム	12,000	434号ダム	10,000	435号ダム	10,000	436号ダム	10,000
437号ダム	12,000	438号ダム	10,000	439号ダム	10,000	440号ダム	10,000
441号ダム	12,000	442号ダム	10,000	443号ダム	10,000	444号ダム	10,000
445号ダム	12,000	446号ダム	10,000	447号ダム	10,000	448号ダム	10,000
449号ダム	12,000	450号ダム	10,000	451号ダム	10,000	452号ダム	10,000
453号ダム	12,000	454号ダム	10,000	455号ダム	10,000	456号ダム	10,000
457号ダム	12,000	458号ダム	10,000	459号ダム	10,000	460号ダム	10,000
461号ダム	12,000	462号ダム	10,000	463号ダム	10,000	464号ダム	10,000
465号ダム	12,000</td						

明らかである。

③夏期の島の人口は観光客により40%も増加し、降雨量も夏期の降雨が少ないとから特に夏場の水不足が慢性化している。

3. 将来水供給施設の検討手法

将来水供給施設の概略検討としてまず今後の水需要の推定を行った。飛島の水需要は簡易水道の給水量でみると近年増加傾向にあり、平成3年で年間50,455m³である。これに対して水道の供給計画は年間給水量55,000m³であり、10%程度の余裕しかない状況となっている。水需要の今後ということから見ると、給水人口の増は考え難く、また、大規模産業の誘致・大規模リゾート施設の開発等の具体的計画もないで水利用の基本フレームの増加は少ないものと推定される。しかし、生活基盤の整備の面からは下水道の普及は考慮すべきであり、このような水利用の質的変化に伴う水需要の増は十分に考えられる。このことから概算による将来の給水量と、その原単位は表3-1に示すように1日平均 190m³の給水が必要

表3-1 将来の給水量

となり年間69,500m³の給水が必要となる。また夏期3ヶ月では25,500m³の給水が必要と推定される。上記の推定結果を踏まえて、将来の水供給施設は、

用途区分	基本計画	一日最大給水量		一日平均給水量		備考
		単位水量	給水量	単位水量	給水量	
一般	計画給水人口 700人 假想人員 90人	300 ℥/人 100 300 120	210 m³ 9 300 1	240 ℥/人 50 200 80	168 m³ 5 16 1	
学校	宿泊取扱人員 1000人					
旅館	常勤職員 10人					
官公署						
合計			520 m³		190 m³	
						(平均80人/日)

概要、構造及び施工性、環境面、経済性及び問題点等について表3-2で検討した結果、構造性及び施工性では表流水の利用が既設ダムの建設事例もあり比較的容易なことと、環境面からは水質の保全より地下水の利用が優れ、表流水のダム貯水池方式では現況ダム程度の水質となるが、現在の上水道浄化対策施設でその改善は可能であることより表流水及び地下水の利用等が有利と考えられた。経済性からは表流水、地下水とも初期投資は大で、維持管理費は低廉なり不利なことから3点での検討結果したことになった。地下ダムは地下の砂礫層等谷地型の下流端に地中壁を設けるものであ

表3-2 水供給施設検討結果一覧表

種	天 水	真 武 水	海 下 水	海水の 淡化	本土からの輸送
底	海面付近に浮遊する(表面漂浮物)や底質の漂浮物をもして漂浮物として扱われる。	底面付近から水面までの間の水、又は表面からそれを剥離し、浮かせる。	底面付近の海水の漂浮を止め、又は表面に海水を剥離し、浮かせる。	入江を切り離し、海水をもたらすように海水を運搬し、貯蔵する。	西田より北洋、イマラクによる貿易を通じて送水する。
潮流及び海流	底面附近をもって漂流する水である。常に流れを保つものである。常に流れを保つことを意味する。	底面附近を移動する必要があるが、常に流れを保つことになる。	底面工事、海水ののみの供給工事の場合は底面工事となる。	入江の繋ぎ切、海水をもたらすための海水供給工事等である。	約100キロメートルに亘りバッタリ岸に沿うるなどして大規模工事で海上工事をし、
陸 域 差	日本海や中国海などとされるので水質の變化が生じまる。	表面付近が底面の漂浮する状況ではなく、常に流れを保つことを意味する。海水の流れの速さによって、一時的ではあるが、	比較的済み度の海水が供給される。ただしに海水を運搬するには、完全に流れを保つものがない。	入江の繋ぎ切によりオカタマの海水供給が別途必要となる。	特に沿岸部の匂は考へられない。
社 会 性	漁業権を制御するのを目的とする。また、タケナシ等をもたらすためのインフラの整備が将来考慮されてくる。	初期投資は大きくなるが、運営は簡単である。また、用船は、日本の船とほとんど変わらない。	初期投資は大きくて、維持管理費は高くなる。また、運営は複雑である。	初期投資及び年間の運営経費は大きくなる。	過去の漁業権争いによる問題を解消するため、タカシの位置割り計算が計画不能だ。
施 設 的 的 性	砂州を構成する、波浪遮蔽装置を有する。また、砂州を構成するためのインフラの整備が将来考慮されてくる。	砂州として使用するが、また、防災工事用としても利用される。砂州として利用される場合、砂州を形成する。	海流抑制の効果は不可、(くろしお井の)波のぼりを防ぐ効果は可。また、砂州を形成するため、自然災害を防ぐ。	防護堤及び砂州工事は、川口工場をもたらすものである。また、砂州を形成するため、海水の供給の問題が大きい。	海岸侵食地帯の建設が、川口工場をもたらすものである。また、砂州を形成するため、海水の供給の問題が大きい。

4. おわりに

地下ダムには沖縄県宮古島皆福地下ダムの施工実績があり、地下ダムを将来にわたって実用化するには、建設技術の実証、水資源を利用する人々への知識の普及、地下ダム事業の制度化等が必要と思われる。今後新しく地下ダムを建設するにあたっては、その立地条件を最大限に利用することが必要であり、地下ダム建設に関する必要な調査内容と手法の確立として地質、帶水層、水質、水収支調査等の調査内容、方法の確立を図ることと同時に、地下ダムの利点を生かす工夫が常に必要である。しかし地下ダムは欠点がないわけではない。しかしながら利点を有效地に生かすことによる利益のほうが大きいと見ており、この欠点の克服は今後の課題としてとらえる必要がある。