

「事例報告」

福岡都市圏自治体における水資源に関する課題と
水収支評価による対策検討事例
(福岡県大野城市の試み)高 橋 研 才 田 進
大野城市建設部都市計画課係長
(元上下水道局工務課) 特別会員神 野 健 二
九州大学工学研究院
環境システム科学研究センター教授・工博

要旨：本研究対象市域である大野城市は、1960年代以降に福岡都市圏のベッドタウンとして都市化が急速に進展した地域である。大野城市は都市化により水需要量が増大する過程で、1978年、1994～95年の大渇水を経験している。このため、水資源開発策として市域外への水源依存度を高めていった。しかし、高度経済成長期が過ぎた1998年以降総取水量（水需要量）の伸びが抑えられるようになってきた。それに伴い、水資源に関する課題もそれまでの大規模水資源開発から、渇水時の安定した水道水供給の確保や原水としての表流水や地下水の良好な水質の維持が注目されるようになってきた。

本事例報告は、大野城市における水資源に関する課題が変化してきた背景を整理し、市域の水収支評価により、自己保有水源の新規開発の可能性を検討した。その結果、雨水利用による水道水使用量の抑制策等も含めた総合的な水資源対策の必要性を示すとともに、水循環特性を踏まえた対策の検討事例を報告するものである。

キーワード：水資源、渇水、水循環

分類項目：渇水その他 (130210) 水資源開発・管理 (040102)、水源涵養 (040104)

1. はじめに

1960年代半ばからの高度経済成長期を通じての都市化は、地下水涵養域である水田や森林の減少と宅地開発等による不浸透域の急拡大を招いた。その結果、自然地表面の土壌や植物が持つ保水・貯留機能が失われ、水循環速度を速めている。このことが、水循環の出発点となる降水の地下水涵養量を減少させる要因の一つとなっている。一方、水の利用面からみると、都市部への急激な人口集中は、水需要量の増大を招き、都市用水を当該市域内だけでは賄えきれなくしている。

このため、「水」の循環の視点から水利用における入口の上水と出口の下水を一体として捉え、水資源の有効利用や再生利用を促す“高度水循環利用社会づくり”を目指す自治体が増加しつつある。

福岡都市圏で都市化が進展していた時代の水資源に関する主要課題は、水需要量の急増に対応する水資源の大規模開発であった。既に都市化が進んだ最近では、少雨年や大雨が頻発する気象傾向とも重なり、渇水時の安定した水道水供給の確保、原水水質の安全確保、さらに水質汚染事故や地震・洪水災害時の非常用水源の確保へと課題が変化してきている。このような課題への対応に際しては、水道ビジョン¹⁾で述べられているように、水の循環系が健全に機能していることが良好な原水を得る必要要件であることを認識する必要がある。そして、水循環系への負荷が少なく、持続可能で自然と調和のとれた対応策が求められている。

本事例報告の研究対象地域は、福岡都市圏に位置し、1960年以降に都市化の進展とともに急激に人口が増加した大野城市域である。本市域の都市

化に伴う水循環機構の変化実態と地下水を含めた水収支を調査した。これらの調査結果を踏まえて、地形・地質等の自然条件が制約された市域での水資源に関する課題を整理するとともに、水循環的視点による総合的な水資源対策の検討事例を報告するものである。

2. 研究対象地域の概要

2.1 地形・地質の概要

研究対象地域は、図-1のように福岡市の南に位置し、福岡都市圏のベッドタウンとして発展してきた面積約26.9km²の大野城市域である。

本市域は、福岡平野の南東地域に位置し、北東から連なる三郡山地と南西から連なる脊振山地に挟まれた地域である。北流する御笠川 (C. A. = 50.6km²) 沿いに延びる狭長な沖積平地とその周辺に丘陵や台地が広がる。市域形状は、御笠川の中流に位置し、北東～南西方向に約9km、北西～南東方向に1～3kmと細長い。地質は、図-2に示すように中生代白亜紀の花崗岩類を基盤岩とし、御笠川や牛頸川沿いに層厚が最大20～30mほどの第四紀の堆積岩類が分布する。

2.2 都市化の進展状況

大野城市の都市化の進展の様子は、土地利用の変遷に反映されている。すなわち、図-3に示すように時代とともに水田・畑及びその周辺の林地・

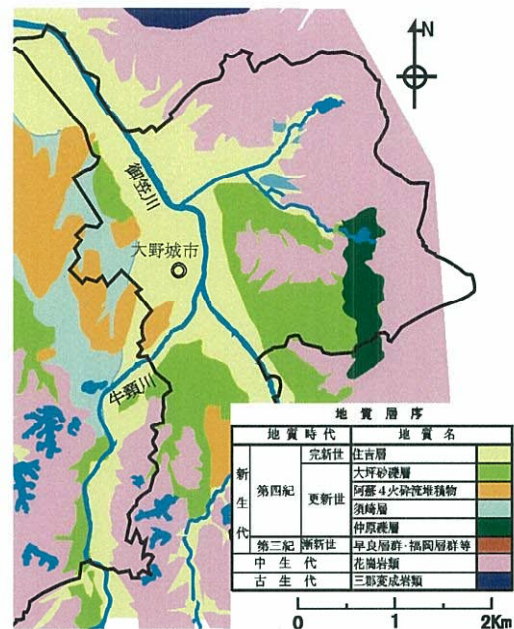


図-2 研究対象地域の地質

山地が急速に宅地化されていったことが見て取れる。人口は図-4に示すように、1970年代から大規模な住宅開発が活発化した結果、1972年の市制施行の36,757人から2002年までの30年間に約2.4倍の91,800人に急増した。給水量は人口の急増に伴い、1965年以降に急激に伸びている。

3. 福岡地域における降雨傾向と渇水発生状況

3.1 降雨傾向

福岡管区気象台の年降雨量について、114年間 (1890～2003年)、30年間 (1974～2003年) 及び20年間 (1984～2003年) とそれぞれの対象期間ごとに、我が国で一般に用いられている利水計画規模1/10相当の少雨年を調べると、表-1のようになる。1/10相当の少雨年は、114年間 (全データ) では第11位の1913年 (1,261mm) が、30年間ではこの期間の第3位の1984年 (1,170mm) が、20年間ではこの期間の第2位の同じ1984年 (1,170mm) が該当する。すなわち、福岡地域における1/10相当の年降雨量は、対象期間を変えても大差なく概ね1,200mm程度である²⁾。

少雨年の発生頻度については、1974年～2003年間の30年間に着目すると、114年間の観測史上10位以内に1994年 (第1位)、1978年 (第4位)、



図-1 研究対象地域位置図

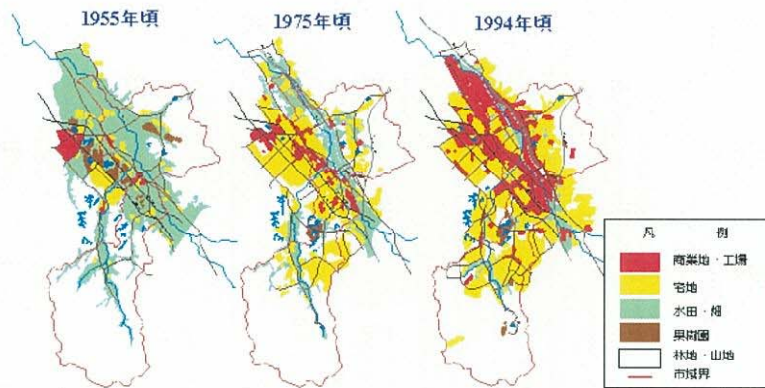


図-3 都市化の進展に伴う土地利用の変遷

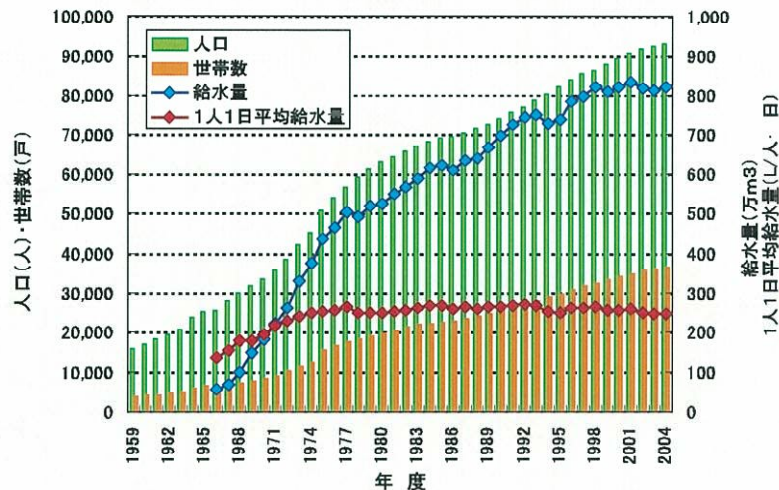


図-4 大野城市の人口及び給水量等の推移

1984年（第5位）、1990年（第10位）の計4年が入っている。すなわち、最近30年間では数10年に一度の発生規模の少雨年が頻発する傾向にある。このような少雨年の頻発が福岡都市圏での市民の節水意識を高める背景にもなっている。

一方、多雨年については、表-2に示すように、1974～2003年の最近30年間に発生したものでは、観測史上第1位の1980年と第10位の1991年の計2年がある。豪雨災害の発生と関連性が強い年最大時間雨量でみれば、観測史上第1位の1997年、第2位の1999年、第4位の1998年、第7位の2003年の計4年がある。

このような降雨の発生傾向は、図-5に示す年降雨量の経年変化からも1970年以降は少雨年と多雨

年が交互に発生し、降雨量の振れが大きくなる傾向が読み取れる。

3.2 渇水発生状況

大野城市の水道水源は、約25%を表流水に、約45%を地下水に、約30%を広域導水である福岡導水（福岡地区水道企業団（以下、企業団と記す））に依存している。

福岡都市圏には一級河川がなく、流路長が短くて河床勾配も急な河川が多い。雨水の海域への流出時間が短いため、水利用面からは不利な自然条件にある。降雨量は、6月の梅雨期と9月の台風期に集中している。この時期に十分な降雨がなければ、ダム貯水池流入量が急激に減少して渇水になり易い。図-6に最近の福岡導水の取水堰である

表-1 福岡管区気象台における対象期間別の確率規模1/10相当少雨年

順位	少 雨 年					
	114年間 (1890～2003)		30年間 (1974～2003)		20年間 (1984～2003)	
	発生年	年雨量 (mm/年)	発生年	年雨量 (mm/年)	発生年	年雨量 (mm/年)
第1位	1994 (H6)	891	1994 (H6)	891	1994 (H6)	891
第2位	1939 (S14)	1,000	1978 (S53)	1,138	1984 (S59)	1,170
第3位	1894 (M27)	1,025	1984 (S59)	1,170	1990 (H2)	1,255
第4位	1978 (S53)	1,138	1990 (H2)	1,255	1996 (H8)	1,276
第5位	1984 (S59)	1,170	1996 (H8)	1,276	2000 (H12)	1,344
第6位	1929 (S4)	1,188	1974 (S49)	1,288	1988 (S63)	1,355
第7位	1895 (M28)	1,195	1975 (S50)	1,336	2002 (H14)	1,372
第8位	1971 (S46)	1,196	2000 (H12)	1,344	1992 (H4)	1,438
第9位	1944 (S19)	1,226	1977 (S52)	1,354	1989 (H1)	1,555
第10位	1990 (H2)	1,255	1988 (S63)	1,355	1986 (S61)	1,569
第11位	1913 (T2)	1,261				

データ：1890～2003年

■：確率規模1/10相当の少雨年

表-2 福岡管区気象台における観測史上10位までの
多雨年と年最大時間雨量

順位	114年間 (1890～2003)			
	多 雨 年		年最大時間雨量	
	発生年	年雨量 (mm/年)	発生年	時間雨量 (mm/hr)
第1位	1980 (S55)	2,977	1997 (H9)	96.5
第2位	1953 (S28)	2,441	1999 (H11)	79.5
第3位	1972 (S47)	2,351	1957 (S32)	73.2
第4位	1963 (S38)	2,301	1998 (H10)	68.0
第5位	1941 (S16)	2,251	1940 (S15)	67.2
第6位	1905 (M38)	2,211	1953 (S28)	63.3
第7位	1945 (S20)	2,192	2003 (H15)	61.5
第8位	1954 (S29)	2,183	1902 (M35)	59.0
第9位	1923 (T12)	2,145	1941 (S16)	58.5
第10位	1991 (H3)	2,086	1942 (S17)	57.8

■：観測史上 (114年間) 10位内で1974～2003年の最近30年間に発生したもの

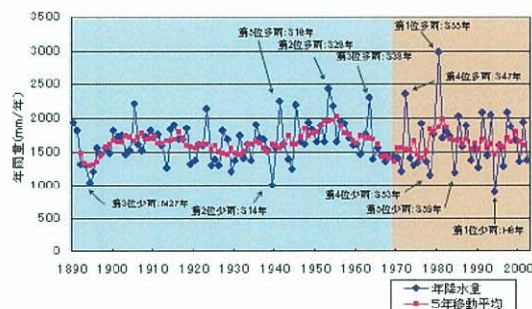


図-5 福岡管区気象台の年降雨量の経年変化

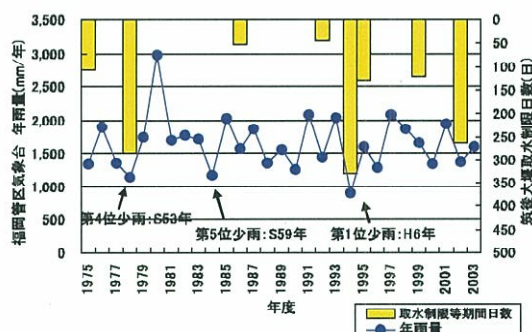


図-6 福岡都市圏における年雨量と筑後大堰 (福岡導水) 取水制限日数

筑後大堰での取水制限発生状況を示す。1978年、1994年のように、年降雨量が1,200mm程度以下の年 (梅雨期に少雨) には、取水制限日数が250日を超える渇水が発生している。また、1975年、1986年、1992年、1999年のように年降雨量が

1,500mm程度の年 (冬季に少雨月が2～3ヶ月続く) には、取水制限が行われることが多い。こ

のように九州北部地域は渇水耐性が脆弱であることが判る。なお、福岡導水は、1978年渇水を教訓に建設されたが、1994年に福岡管区气象台観測史上最少の年降雨量（1978年降雨量に比べて約20%少ない891mm）を記録して、大野城市は再び281日間に及ぶ給水制限を経験した。

4. 大野城市の水源別取水量と一人一日平均給水量

4.1 水源別取水量の推移と自己保有水源率

大野城市の自己保有水源である表流水と地下水の取水量及び企業団受水量の各水源別取水量の推移を図-7に示す。水道用水は、1983年までは市内の表流水と地下水で賄っていた。しかし、その後の人口の急増により、水需要量が増大したため、福岡導水により約25km離れた筑後川水系に水道用水全体の約30%を依存するようになった。また、2005年から運用が開始されている福岡都市圏海水淡水化事業にも参加している。

西日本一帯が渇水に見舞われた1994～1995年渇水では、福岡導水の給水制限を受けて受水量が減少した。それに加えて、牛頸川からの表流水取水量も減少したため、地下水取水量を増やして補っている。なお、1998年以降の総取水量は横這い状態にある。

また、自己保有水源率（＝自己保有水源水量/全水源水量×100）の推移を図-8に示す。これによると、表流水と地下水の取水量に対して、最近では企業団受水量が増え、自己保有水源率が約60%まで低下している。なお、大野城市の企業団受水権11,900m³/日は、企業団の取水権268,100m³/日の4.4%に相当している。今後、さらに水需要

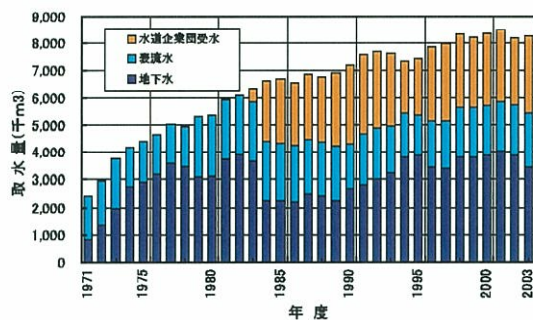


図-7 大野城市の水源別取水量の推移

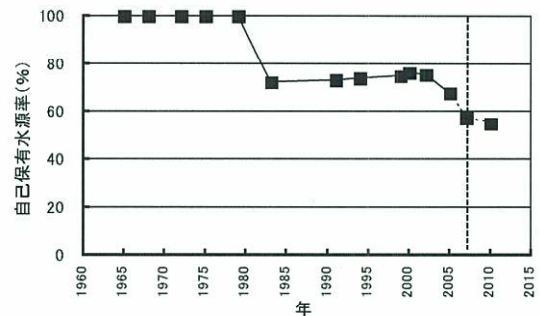


図-8 大野城市の自己保有水源率の推移

が増え、自己保有水源の新規開発が見込めない場合には、自己保有水源率は、さらに低下することが予想される。

4.2 全国的にみた一人一日平均給水量

全国主要都市における2003年の一人一日平均給水量及び一人当たり水資源賦存量（＝（降雨量－蒸発散量）×市域面積/人口）を表-3及び図-9に示す。一人一日平均給水量は、福岡市、札幌市、千葉市、さいたま市が300L/人・日以下で、これら4市が全国主要都市の中では少ない。都市規模が異なるため一概には比較できないが、大野城市は247L/人・日とさらに少ない。また、図-4に示す一人一日平均給水量が1997年以降で、それまでの横這い状態からやや減少傾向にあることが判る。

これは、福岡都市圏が自然的条件で渇水に脆弱なことを背景に、市民の節水意識が元々高かったことや節水コマ付き水栓の普及など、市民と行政が一体となって“節水型都市づくり”（1997年条例

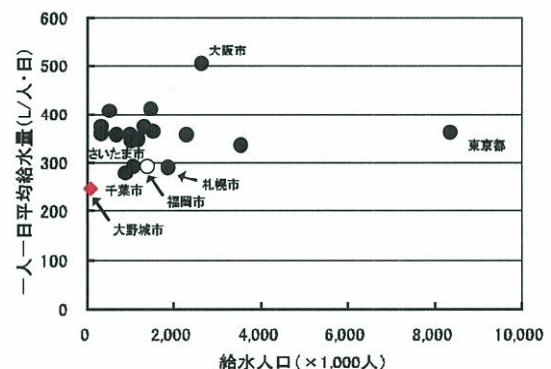


図-9 全国主要都市における給水人口と一人一日平均給水量

表-3 全国主要都市における一人一日平均給水量及び一人当り水資源賦存量

都市名	給 水 量				一人当り水資源賦存量				
	年 間 給水量 ($\times 10^5 \text{m}^3$)	給水人口 (人)	一人当り 給水量 ($\text{m}^3/\text{人} \cdot \text{年}$)	一人一日 平均 給水量 ($\text{L}/\text{人} \cdot \text{日}$)	(※1) 市 域 年雨量 ($\text{mm}/\text{年}$)	蒸発散量 ³⁾ ($\text{mm}/\text{年}$)	市域 面積 (km^2)	行政区域 内 人 口 (人)	一人当り水 資源賦存量 ($\text{m}^3/\text{人} \cdot \text{年}$)
福岡市	145,945	1,366,100	107	292	1,584	860	340	1,380,790	178
札幌市	196,328	1,848,349	106	290	1,136	722	1,121	1,859,035	250
仙台市	126,080	1,000,824	126	344	1,280	693	788	1,023,042	452
新潟市	76,446	515,489	148	405	1,856	905	232	515,772	428
千葉市	89,425	874,988	102	279	1,417	790	272	912,623	187
さいたま市	113,659	1,060,518	107	293	1,323	792	168	1,061,580	84
東京都(※2)	1,103,312	8,355,536	132	361	1,573	877	621	8,340,269	52
横浜市	435,769	3,538,250	123	337	1,693	877	435	3,538,352	100
川崎市	176,790	1,297,757	136	372	1,693	877	144	1,293,618	91
名古屋市	299,054	2,293,321	130	356	1,553	881	326	2,193,376	100
京都市	218,788	1,453,999	150	411	1,404	908	610	1,465,825	206
大阪市	486,487	2,627,421	185	506	1,211	908	222	2,626,635	26
神戸市	200,652	1,511,012	133	363	1,110	908	551	1,514,812	73
広島市	147,296	1,162,857	127	346	1,476	849	742	1,200,899	387
高松市	44,696	328,107	136	372	1,004	812	194	338,923	110
北九州市	129,223	991,399	130	356	1,705	875	486	1,003,267	402
熊本市	85,060	650,652	131	357	1,874	854	267	667,746	408
那覇市	40,479	308,225	131	359	2,199	955	38	308,225	153
大野城市	8,114	89,929	90	247	1,731	860	27	92,368	255

(注)：平成15年度各都市統計資料

※1：各市最寄りの地方気象台(管区気象台)1999～2003年の5年間平均雨量

※2：区部

施行)”に取り組んできた結果であると推察される。

一人当り水資源賦存量に着目すると、主要都市域では、 $100 \sim 500 \text{m}^3/\text{人} \cdot \text{年}$ で、大野城市では $255 \text{m}^3/\text{人} \cdot \text{年}$ である。一方、九州地域や四国地域など日本全国を10地域に区分した地域別一人当り水資源賦存量の全国平均値は、 $3,300 \text{m}^3/\text{人} \cdot \text{年}$ ⁴⁾程度である。大野城市の水資源賦存量は、地域別一人当り水資源賦存量の1/10以下と少なく、逼迫状態にある。水需要を賄うために必要な水資源は、必然的に市域外の水資源に依存しなければならない状況にあることが水文量からも言える。

5. 都市化が水源涵養量に与える影響

5.1 都市化に伴う水循環の変化と水資源への影響構図

都市化が水循環に及ぼす影響の構図は、水循環系へのインパクトとしての人間の社会経済活動要因の捉え方により、いろいろな影響連関図が示さ

れている^{5),6)}。ここでは、都市化による影響として、水循環の出発点となる地表面環境の側面、水を利用する社会経済活動の側面、さらに水循環の時間的側面としての流水状況に着目して整理する。その結果、水循環への影響連関は図-10のように表わされる。

特に水循環が水資源の観点で話題となるのは、湯水時の水量と平水時の水質に関するものが多い。図-10に示すような基底流量の減少、水質悪化、ヒートアイランド化(都市気候の変化)、生態系の変化・劣化といった今日的な問題も水循環の変化に起因している。それは、自然界における水の循環経路が著しく乱されていたり、あるいは絶たれていたりすることが原因となっていることが多い。すなわち、水資源と水循環の問題は、互いに密接に関連し合っており、水資源の量的な安定確保と質的な安全確保には、健全な水循環機能が維持されていることが必要要件である。

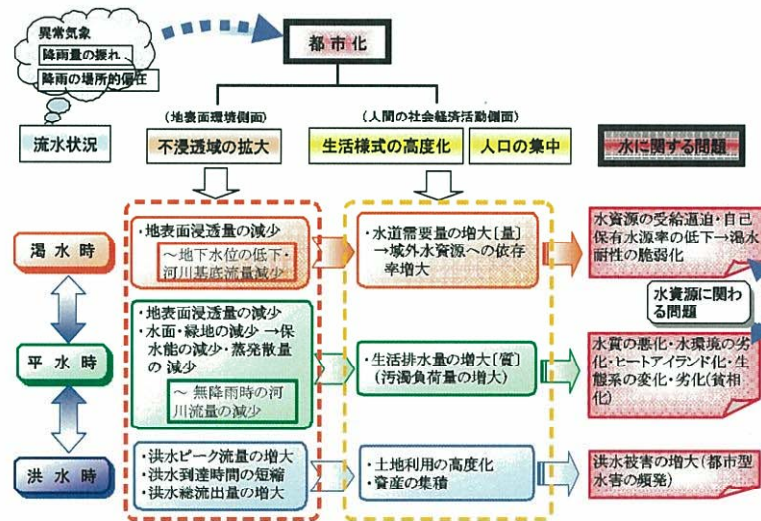


図-10 都市化に伴う水循環の変化が及ぼす水資源、水環境への影響構図

5.2 土地利用の変遷に伴う涵養量の変化

市域の地下水資源賦存量に与える影響要因のうち、都市化のインパクトを最も大きく受けるのは地表面からの涵養量である⁷⁾。

大野城市における都市化の進展による地下水涵養量への影響を調べるため、検討代表期として、高度経済成長期前の1955年頃、高度経済成長期の1975年頃、バブル経済崩壊後の1994年頃ならびに経済低迷期に入った1999年頃を選定した。土地利用面積は、各代表期の国土基本図（1/25,000）からを計測した。

次に図-11に示す市域に対して、各代表期の土

地利用を水循環モデル⁸⁾に適用して、都市化の進展に伴う年涵養量の推移を調べたものが図-12である。なお、この水循環モデルは、大野城市域を対象として「流出-涵養モデル」と「地下水流動モデル」を組み合わせる新たに作成したモデルである。前者は現況の土地利用を山地、林地、水田、宅地及び市街地に代表させ、それぞれの土地利用からの流出と地下水涵養特性をタンクモデルで表現したモデルである。後者は土地利用ごとに計算された地下水涵養量をインプットデータ（土地利用区分は50mメッシュ）とする三次元地下水解析モデルである。



図-11 水循環解析対象域とした大野城市域

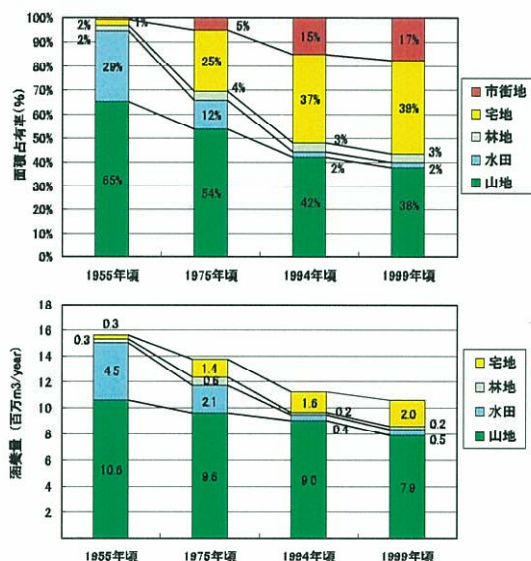


図-12 大野城市における都市化の進展に伴う年涵養量の推移

土地利用の変遷をみると、1955年頃は山地、水田、林地の自然系が市域全体の97%を占めていた。しかし、1999年頃には43%と半減しており、特に水田は2%と激減している。それに対応して、市街地と宅地が56%を占め、この約40年間で急激に都市化が進展したことが判る。

また、涵養量の推移をみると、都市化の進展に伴い、この間の年涵養量が約32%減少したと推定される。特にベッドタウンとして水田が宅地に転換されたため、水田からの年間涵養量が1955年頃には29%あったものが、1999年頃には4%に激減している⁸⁾。このように都市化の進展すなわち不浸透域の拡大は、涵養量を急激に減少させていることが判る。

6. 健全な水循環の再生を視野に入れた水資源対策

6.1 水資源に係わる課題

大野城市域の自然的制約条件や水需要量の急激な増大に伴う市域外水源への依存、さらに水源涵養量の減少などを踏まえて、水資源に関する課題を整理すると以下のようにまとめられる。

a) 自己保有水源率は、図-8に示すように1983年の広域導水事業や2005年の福岡都市圏海水淡水化事業からの企業団受水開始により低下

傾向にある。自己保有水源率が低下し過ぎると、広域導水の水源流域の水事情や受水者である福岡都市圏自治体間の競合などの影響を受け易くなる。その結果、渇水時の受水量が左右される可能性があり、水道水供給の安定確保に不確実性が残る。

b) 全取水量の約45%を占める地下水は、市の水源井で取水されている。しかし、経年的な水源井の機能低下が認められるものもあり、地下水依存率の低下要因の一つにもなっている。

一方、市域には活断層とされる警固断層が走っている。このため、2005年3月20日の福岡西方沖地震のような地震災害を被る可能性は否定できない。地震や洪水災害、河川の水質汚染事故などの発生時の非常用水源の確保は防災上も重要である。

c) 大野城市は、1978年の大渇水を経験して、水需要抑制策として「水道事業給水要綱」を作成し、1982年から51戸以上の大規模集合住宅への給水制限を実施した。しかし、近隣自治体における「給水拒否訴訟」⁹⁾の判決を受けて、水道法に定める行政としての市民への水道給水義務の実現と水資源開発施策の推進に取り組んできた。その結果、1998年4月から大規模集合住宅には、節水設備を設けることを条件として給水制限が撤廃された経緯がある。

現在は急激な人口増加は落ち着いたものの、福岡都市圏にあって、地理的好条件に恵まれていることから、将来的にも人口増加が見込まれる。水需要量もさらに増大する可能性がある。このため、節水への継続的な取り組みと併せて水需要量の抑制策も重要である。

d) 本市の主な水源井は、御笠川と牛頸川周辺の沖積平地部に位置している。沖積平地部の地下水は河川からも供給されており、地下水の水質は河川水の水質と密接に関係している¹⁰⁾。河川水のBODは、下水道整備の進捗とともに改善されてきている。しかし、牛頸ダム貯水池では、藻臭防止策の一環として、2005年に間欠曝気設備が増設されるなど、対

策が必要な状況にある。水道用水の原水として良好な河川水質を今後も維持・改善していくことが重要である。

6.2 市域内での新たな水資源開発の可能性

市域内での地下水を含めた新たな水資源開発の可能性を探るためには、先ず市域の水収支特性を把握する必要がある。そのため、市域内での有効雨量に対する河川流出量、地下水涵養量と市域外への地下水流出力などを平常年と渇水年で比較した。その結果を踏まえて、余剰水を評価するとともに、新たな水資源開発の可能性を検討した。

平常年（1999年：1,710mm/年）と渇水年（1994年：737mm/年）については、大野城市の中心部に位置する那珂土木事務所の年降雨量で評価して決定した。地下水を含めた市域全体での年間水収支の比較結果を表-4、図-13に示す⁸⁾。なお、表-4に示す水循環構成要素のうち、人工系には本市の統計資料を用い、自然系には先に涵養量を求めたものと同じ水循環モデルを用いて流動量

表-4 平常年と渇水年における大野城市域内水収支比較表

区分	水循環構成要素	平常年（1999年）		渇水年（1994）	
		流動量 (千 m^3 /年)	比率 (%)	流動量 (千 m^3 /年)	比率 (%)
流入	自然				
	降雨量	49,486	100	25,294	100
	市域内地下水流入量	2,050	4.1	1,438	5.7
	企業団受水量(注)	2,526	5.1	2,102	8.3
小 計		54,062		28,834	
流出	自然				
	蒸発散量	20,230	41	15,209	60
	河川流出量	15,915	26	6,868	18
	市域外地下水流出力	5,379	11	2,048	8.1
	市域外河川取水量	3,502	7.1	(0)	0
	流域下水排出量	9,024	18	8,335	33
	小 計	54,050		32,460	
水収支（流入－流出）		12		-3,626	

(注)：福岡地区水道企業団が筑後川流域から導水し、浄化した水を本市が受水した量で、「福岡県の水道 平成11年度」による

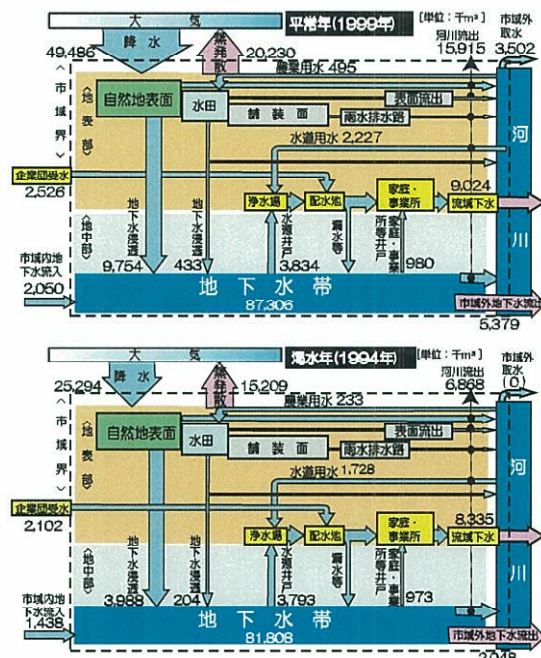


図-13 平常年と渇水年における大野城市域内水収支比較図

を求めた。水収支特性は、以下のとおりである。

- 平常年の水収支は、市域への流入量と市域からの流出量がほぼ同量であるが、渇水年では、流入量に比べて取水量を含めた流出量が3,600千 m^3 /年程度多い。また、渇水年の地下水取水は、市域内に貯留されている地下水の消費により補われているため、平常年とほぼ同程度確保できている。このことは、地下水資源が渇水時の非常用水源として有用であることを示している。
- 本市は北東部と南西部が山地であり、市域形状も南北に細長い。このような地形条件のため、地下水流出力は流入量の2.6倍と多く、地下水資源の利用面からは不利な条件にある。
- 水道水の29%（1999年）に相当する2,526千 m^3 /年は、市域外から導水された水である。一方、図-11の土地利用図に示す不浸透域である市街地（市域全体の面積に占める割合17.4%）からの年間降雨流出量を試算すると¹¹⁾、平常年（1999年）では8,350千 m^3 /年となる。この流出量は、市域全体からの流出

量15,915千 m^3 /年の約52%を占め、市域外からの導水量の約3倍に相当する。

ここで、
市街地からの降雨流出量＝市街地降雨量－市街地蒸発量＝8,611千 m^3 /年－261千 m^3 /年＝8,350千 m^3 /年
市街地降雨量＝市域全降雨量×市街地面積割合(17.4%)＝8,611千 m^3 /年
市街地蒸発量＝261千 m^3 /年は、不浸透地表面からの日蒸発量を一降雨当たりの凹地貯留量相当(＝2mm)として、日雨量を用いて計算した。

市域の水収支結果及び地形・地質等の自然的制約条件から判断して、地下水を含めた市域内での大規模な水資源開発は困難と考えられる。一方、市街地からの流出量が多い雨水の雑用水への利用など、総合的な水資源対策として検討の余地は残されている。

6.3 水利用ならびに水資源対策に対する住民意識

1998年に大野城市民の水利用状況ならびに節水意識、今後の水資源対策等に関するアンケート調査を実施した。アンケートは、一般家庭が全世帯数の4%を、事業所が全事業所の5%を、医療機

関と学校・幼稚園等は100%を対象に総数1,556箇所に実施した¹²⁾。水資源対策に関する主なアンケート調査結果を図-14に示す。これによると、ダムによる水資源開発は、市域内でのダム建設の適地が乏しいという事情があまり知られていないと思われる、約半数の49%の市民が期待している。雨水の有効利用については、78%が「推進すべきである」と答えている。福岡都市圏での雨水利用は、東京都などの先進地に比べて取り組みが遅れている。しかし、最近の行政やNPOなどによる雨水利用に関する情報発信効果により、雨水利用が市民の中にも意識されるようになってきていることが判る。下水処理水の再利用については、中水など直接人に触れないものについては、賛成する人が多い。しかし、飲料に関わるものに対しては、抵抗感が根強いことが判る。今後の水資源開発に対する水道利用者負担については、54%の人が水道料金の値上げに理解を示している。このことから、渇水による給水制限を度々経験している大野城市では、水道水の安定供給への要望が強いことが判る。

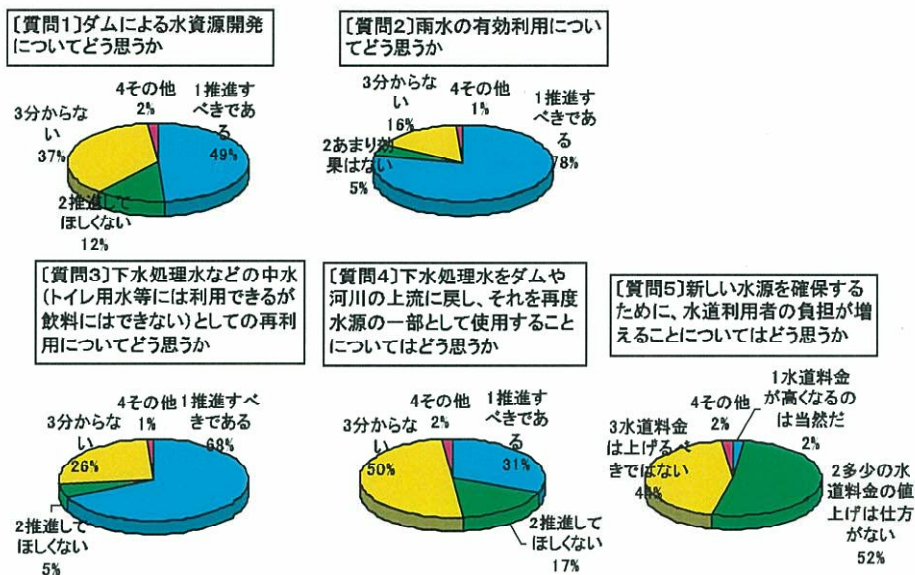


図-14 水資源対策に関する主なアンケート調査結果

6.4 総合的な水資源対策

ここでは、「6.1」で示した課題に対する対策の基本的な考え方を示すとともに、大野城市域の水収支からみた水循環特性を考慮して、適用可能な種々の対策を組み合わせることで総合水資源対策として整理した。

a) 自己保有水源の新規開発の可能性

地下水開発は、地下水収支が厳しく、地形・地質からも地下ダム等の適地に乏しいため困難である。また、表流水開発については、自然流域が残る牛頸川左支川の平野川上流域(図-11参照)で、ため池を利用した溪流取水(C. A=2.5km²)の可能性を検討した。その結果、自流が少ないため、開発可能水量規模が100m³/日程度と小さくなることから開発効率が悪く、実現性は低いと判断した。

このような状況から、水需要量が今後増加した場合には、企業団が進めているダム開発事業からの受水に依存せざるを得ない。この場合においても、渇水や水質事故等のリスク分散のため、地下水・表流水・企業団受水の比率(構成比)を大きく損なわないようにする必要がある。

b) 非常用水源としての地下水の保全

水源域の保全については、市民が会員となり、会費を基金にして水源林の保全に取り組む「おおのじょう緑のトラスト協会」の活動を進めている。既存の水源井については、定期的に揚水試験を併用した施設機能評価を行いながら計画的な施設の維持管理を図っている。今後、井戸を休止する場合には、非常時に稼働が可能なように、揚水設備は維持しておく必要がある。

c) 総合的な水資源対策としての雨水利用、節水

雨水利用については、平均的規模の家屋の屋根に降った雨を2m³の雨水貯留タンクに貯め、トイレ用水等に利用した場合の水道用水節減量を平常年(1999年)で試算した¹³⁾。その結果、1世帯あたり年間約43m³の水道用水を節減できると推算された。また、大野城市全体約3万世帯の半数が雨水貯留タンクを設置した場合には、年間約64万m³もの節水になる。このため、雨水にも着目して、雑用水などへの雨水利用を促進し、水道水

使用量の削減を通じた水資源対策も重要な施策として推進する必要がある。

d) 良好な原水の維持

水道水原水である河川水や地下水の良好な水質を維持するには、健全な水循環機能が確保されていることが前提となる。保全対策は流域全体で一貫して実施されなければならない。今後は、上位行政機関とも連携した御笠川水循環圏としての流域水環境保全協議会などの設立を働きかけていく。一方、市域内では、身近な水環境を改善しながら環境保全意識を高めるため、住宅地内に残る荒廃した湿地を住民参加により、以前の湧水地として復活させる「どんば池整備事業」に着手している。

以上のような対策を含め、雨水→表流水→地下水→海水という「水」の循環過程を軸に、水資源対策の枠組みをハード的対策とソフト的対策に分けて整理すると表-5のようになる。今後の水資源対策を考える上では、雨水を市域全体に分布する「資源」や「環境」として位置づけた総合的な水資源対策が重要となる。

7. おわりに

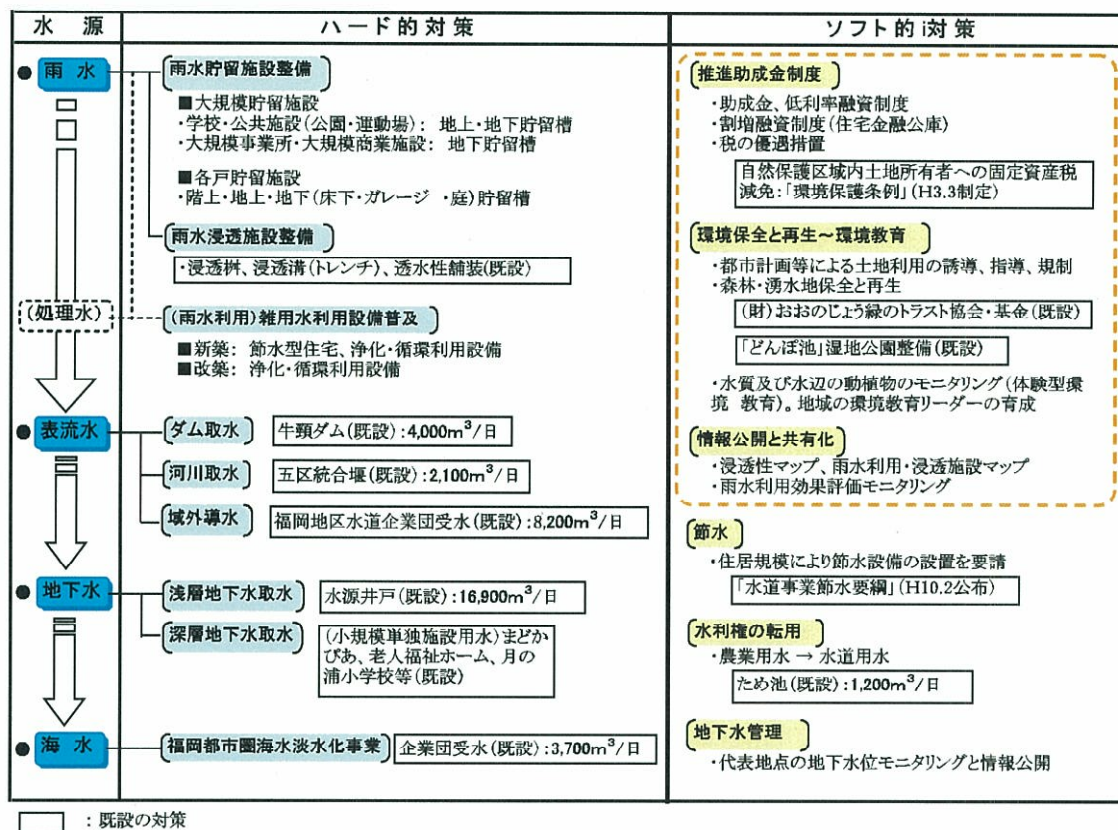
本事例報告では、大野城市におけるこれまでの水源別取水量増加の経緯や1994～95年渇水時の取水状況を把握するとともに、水資源に関する課題を整理した。これらの課題に対する対策について、市域の水収支の視点から自己保有水源の新規開発可能性を評価した上で、今後の水資源対策の方向性を検討した。

本市の水需要については、人口の増加が鈍化したことと、行政と市民の節水努力により、一人当りの水道水使用量が全国的にみても少なく抑えられたことで、現時点では横這い状態にある。今後、水需要が増大した場合の水資源対策としては、現在の自己保有水源取水量と企業団受水量の比率バランスを大きく損なわない範囲で企業団受水に依存せざるを得ない。このことは、水源の分散による災害時の非常用水源確保の意味からも重要である。

また、水収支から明らかになったように市街地からの降雨流出量が市域全体の約52%と大きい。そのため、水道水使用量の抑制策としての雨水利用のさらなる推進が必要である。

このように考えてみると、既に都市化が進展し、

表-5 大野城市における総合的な水資源対策の枠組み



自然的条件も水資源開発に不利な状況にある大野城市の水資源対策は、先ず水需要量の増大を極力抑えることが重要である。それに加え、雨水利用から始まり、地下水、河川水、海水に至る「水」の循環過程の中で、水の有効利用と涵養(浸透)など、水循環の健全化対策とも調和した種々の対策を組み合わせた総合的な水資源対策が求められている。

参 考 文 献

- 1) 厚生労働省健康局: 水道ビジョン 平成16年6月、水道協会雑誌、第74巻、第8号、No.851, p.48 (2005.8)
- 2) 神野健二: 異常渇水と水資源の管理運用 ～福岡都市圏の事例に考える～ 水工学に関する夏期研修会テキスト、土木学会 (1999.8)
- 3) 近藤純正・中国信・渡辺力・桑形恒男: 日本の水文気象(3) —森林における蒸発散量—、水文・水資源学会誌, Vol.5, No.4, p.12 (1992)
- 4) 国土交通省 土地水資源局水資源部編: 平成16年度版 日本

の水資源, p.229 (2004.8)

- 5) 社団法人 雨水貯留浸透技術協会: 都市の水循環再生に向けて, p.1 (1998.11)
- 6) 新井田浩: 健全な水循環系の構築に向けた将来像と対策手法に関する研究, 学位論文, pp.2～8 (2005.2)
- 7) 田中 正: 地下水の自然涵養量、雨水技術資料, pp.43～50, Vol.28 (1998)
- 8) 才田 進・高橋 研・神野健二・濱里 学・下大迫博志: 水循環解析による都市化域での水資源賦存量評価、水工学論文集、第50巻 (2006.2)
- 9) 神野健二: 福岡県志免町の給水拒否裁判と給水規制要綱について、土木学会誌、Vol.85, No.12, pp.28～29 (2000)
- 10) 大野城市上下水道局: 平成11年度 大野城市域内地下水賦存量調査委託業務報告書 (2000.3)
- 11) 大野城市上下水道局: 平成12年度 大野城市域内地下水賦存量調査委託業務報告書 (2001.3)
- 12) 大野城市上下水道局: 平成10年度 大野城市域内地下水賦存量調査委託業務報告書 (1999.3)

(平成18年6月15日受付)