

ウォーターサプライ・フットプリント指標を用いた都市活動配置評価 —水利用・循環の視点から地区整備を考える—

氏原岳人¹・谷口 守²・古米弘明³・小野芳朗⁴

¹学生会員 岡山大学大学院 環境学研究科社会基盤環境学専攻 (〒700-8530 岡山市津島中3-1-1)
E-mail:gev17105@cc.okayama-u.ac.jp

²正会員 工博 岡山大学大学院教授 環境学研究科社会基盤環境学専攻 (〒700-8530 岡山市津島中3-1-1)
E-mail:mamoru34@cc.okayama-u.ac.jp

³正会員 工博 東京大学大学院教授 工学系研究科都市工学専攻 (〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1)
E-mail:furumai@env.t.u-tokyo.ac.jp

⁴正会員 工博 岡山大学大学院教授 環境学研究科資源循環学専攻 (〒700-8530 岡山市津島中3-1-1)
E-mail:ono@cc.okayama-u.ac.jp

これまでの他地域に依存した水利用システムには限界があるとされており、地域内の地下水涵養などによる自己水源の確保が重要な課題となっている。そこで本研究では、人々の水利用に対して、雨水浸透という形で自然に還元するとした場合、その地区の面積を如何ほど必要とするかを表現する指標として、ウォーターサプライ・フットプリント指標を提案し、都市施設配置が異なる4つの地区でその適用を試みた。さらに、水利用・浸透化のための施設導入効率が各地区によりどのように異なるかも検討した。その結果、現状における自己水源涵養への貢献度は土地利用状況に左右される一方、施設導入による効率性はスプロール地区と比較して、計画的に整備された地区が高い結果となった。

Key Words : water supply, activity location, water supply footprint index, planning

1. はじめに

(1) 研究背景と目的

わが国の高度経済成長における急激な都市拡大に伴う不浸透域の増大は、地下水資源の減少や表面流出水の増大を招いた。その一方で、長期的な人口減少時代を迎えるにあたり、例えば、土地利用計画の視点からは、未利用地となった不浸透域の浸透化などが必要となってくる。

さらに、都市部における雨水（水資源）は、先述のように、利用されることなく、表面流出水として、多量に河川へ流れ出ており、地下水涵養や雨水利用、さらには水の CASCADE 利用など、地域内における自己水源を見直し、その確保が重要な課題となってきた。

このような背景のもとで、平成18年3月内閣府の総合科学技術会議では、「健全な水循環と持続可能な水利用を実現する」ことが重要な研究開発課題として基本計画に明示されるに至った¹⁾。さらに、国土審議会においても、新たな国土形成計画を組み立てる議論の中で、都市部での雨水浸透能力の向上を通じた地下水涵養を通じ、

健全な水循環系を構築することの必要性が持続可能性の観点から強調されている²⁾。このような社会での明確な動きがある反面、都市における効果的な地下水涵養を進めるための情報は欠如している。特に住民の居住パターンをはじめとする都市の施設配置は、浸透状況や地下水涵養政策実施の効果に大きな影響を持つと類推される。都市の施設配置はどのような計画に基づく地区整備を実施するかである程度のコントロールが可能である。すなわち地下水浸透の実態と都市計画との関連が異なる研究分野の谷間で明確にされていないことが現時点の大きな問題のひとつである。

以上のような問題意識に基づき、本研究では都市計画の内容と雨水浸透（現状・政策効果）の関係を、具体的な地区を対象に定量的な検討を通じて明らかにする。さらにその結果をふまえ、水利用の負荷を地域で吸収し、自己水源涵養への貢献につながる都市整備の方向性について示唆することを目的とする。

(2) 既往研究及びウォーターサプライ・フットプリント指標の提案

都市域における水循環に着目した研究は少なくない。たとえば、和田ら³⁾は大阪府寝屋川北部流域をモデル流域として、都市域に中水道システムを導入することのメリットを水量・負荷量収支シミュレーションを用いて評価している。また、荒巻ら⁴⁾は東京都区部を対象としてGISデータから人工系水循環モデルを構築し、雑用水供給システム導入後の水資源転換効果や、雨水流出量抑制効果を定量的に示している。しかし、既存研究の中に都市施設配置に関わる計画との関連を明示的に考慮したものは見当たらない。

一方、「その地区が必要とするものをその地区でどれだけ供給できるか」という収支バランスに対する視点は、このような持続可能性に関連する研究における基本的な発想といえる。環境分野の研究では、環境負荷をわかりやすく面積換算したエコロジカル・フットプリント指標が着目されており、その地区レベルでの活用もはじまっている⁵⁾。本研究ではそのアナロジーとして、地区居住者の水利用（ウォーターサプライ）に対して、雨水浸透という形で自然に還元するとした場合、その地区の面積がどれだけ必要か（フットプリント）を表現する指標（ウォーターサプライ・フットプリント指標：以下WSFP指標と略）を新たに提案する⁶⁾。

地域の水利用に対する負荷を、雨水浸透という形で、その地域内で吸収するというのがこの指標を導入する上での基本的な思想といえる。また、地下へ浸透させる水資源は都市部の雨水を対象としており、これら水資源は、先述のように、本来利用されてこなかったものである。このため、わが国のように、ダムなどに依存した水利用システムを前提としている地域において、水資源の偏在状況とは関係なく、どの地域においても適用できる指標となっている。さらに、その地区における雨水浸透と都市活動（配置）とのバランスを定量的に示す、分かりやすい環境指標となる点が、本指標の主要な特徴である。ただし、浸透後の帰着先を明示的には問うていないという点において、エコロジカル・フットプリント指標と同様の特徴、限界を持つ。また、本研究では、あくまで地上の土地利用と、その居住者の水利用を対象としているため、図-2で示したように、各町丁目の境を地区の境界としている。

2. 研究内容と使用データ

(1) 分析の流れ

以下では、まず3.においてWSFP指標の内容について詳

述し、指標適用の際にあわせて必要となる地下浸透量等の推定方法や、浸透化・水利用のための施設導入効率の検討方法を述べる。次に、4.では、計画手法が異なるために都市施設の配置が異なる4つの地区に対して指標を適用し、どのような計画手法に基づく地区整備がより望ましいといえるのか、その比較検討を行う。

なお、4.の分析では、単に対象地区のWSFP指標値を算出比較するだけでなく、各地区に同じ面積だけ屋根や路面に浸透施設を新たに導入した際の涵養効率（WSFP指標の改善状況）の比較および、各地区に水利用のための管路ネットワークを導入する際の負担の比較もあわせて実施し、計画を通じた都市施設配置が水利用負荷に及ぼす影響を多角的に検討する。

(2) 対象地区と使用データ

本研究では、降雨などの自然的条件を同じとする一つの都市の中から、それぞれ全く異なる計画コンセプトのもとで活動立地・配置が進んだ複数の地区を選定し分析を行うこととする。分析対象とする4つの地区はいずれも岡山市の郊外に位置する住宅地で、表-1、図-1、2にその詳細を示す。具体的には、民間により計画的にインフラと住宅が一体的に整備されたA.一体整備地区（富士見）、土地区画整理事業により住宅よりも街路などのインフラが先に整備されたB.基盤先行地区（平田）、非計画的に形成されたC.スプロール地区（赤田）、そして、上記のような比較的近年に開発が進んだ3地区とは異なり、古くからの市街地から構成されるD.旧市街地区（津島本町）の全く性格の異なる4地区を分析対象地区としている。なお、表-1の人口データは、後述する空中写真の撮影年度に近い時点の情報が望ましいため、1995年度の国勢調査に基づいている。

本研究で利用する土地利用データは、国土地理院撮影の空中写真⁷⁾を基にGISを利用し、実際の土地利用状況を現地調査も踏まえ面積として詳細なレベルで独自に計測している⁸⁾。また、土地利用は、表-2に示すように浸透域を4区分、不浸透域を5区分に分類することとし、情報的にそれだけの判別が可能な1995年の空中写真を利用した。

表-1 各対象地区の基本情報

地区タイプ	人口 (人)	面積 (ha)	人口密度 (人/ha)	最寄駅までの直線距離 (km)	市中心部までの直線距離 (km)
A. 一体整備地区 (富士見)	622	7.3	84.8	0.9	8.6
B. 基盤先行地区 (平田) ^{注1)}	1,940	44.7	43.3	1.2	4.7
C. スプロール地区 (赤田)	1,944	29.3	66.4	0.6	4.3
D. 旧市街地区 (津島本町) ^{注2)}	1,341	19.6	68.3	1.8	2.6

注1) 土地区画整理事業が施行された地区を対象地区とし、人口は平田全体と対象地区の建物数の比から算出。

注2) 山林部は除く。

3. 分析方法

(1) WSFP指標の考え方

先述したとおり、WSFP指標は地区居住者の日常的な水利用に対して、雨水浸透という形で自然に還元するとした場合、その地区(土地利用構成を同じとする)の面積がどれだけ必要かを表現するものである。算出方法は、式

(1) のように、まず対象地区の面積をその地区の1日の地下浸透量で除することにより、対象地区における1日の地下浸透量1ℓに必要な面積を算出する。その値に1日に居住者が対象地区内のみにおいて利用する水の量(水利用原単位⁷⁾: 187ℓ/(人・日)) (例えば、通勤・通学先などでの水利用量を含まない)、を乗ずることにより、面積値としてWSFP指標を算出する。

$$WSFP = \left(\frac{A}{F} \right) \times \alpha \quad (1)$$

WSFP: ウォーターサプライ・フットプリント (m³/人)

A: 対象地区の面積 (m²)

α: 家庭における水利用原単位 (ℓ/(人・日))

F: 対象地区の地下浸透量 (ℓ/日)

$\frac{A}{F}$: 地下浸透量1ℓに必要な面積 (m²・日/ℓ)

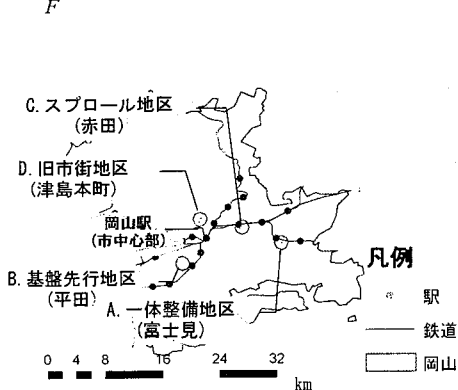
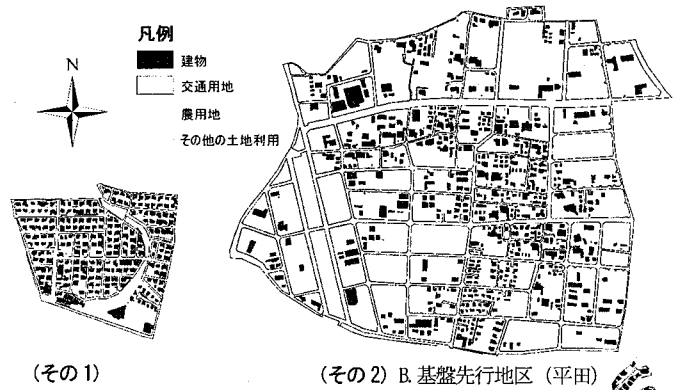


図-1 岡山市における各対象地区の位置



(その1) A. 一体整備地区(富士見)

(その2) B. 基盤先行地区(平田)

(その3) C. スプロール地区(赤田)

(その4) D. 旧市街地区(津島本町)

表-2 土地利用区分

被覆状況	土地利用区分	用途
浸透域	農用地	田、畑、果樹園等
	公共緑地	公園、緑地、河川敷、運動場等
	敷地内浸透域	敷地内の浸透域
	その他A	墓園等
不浸透域	建物	住宅・商業・工業用建築物
	交通用地	道路
	敷地内不浸透域	敷地内の不浸透域
	水面	河川
	その他B	駐車場(青空)

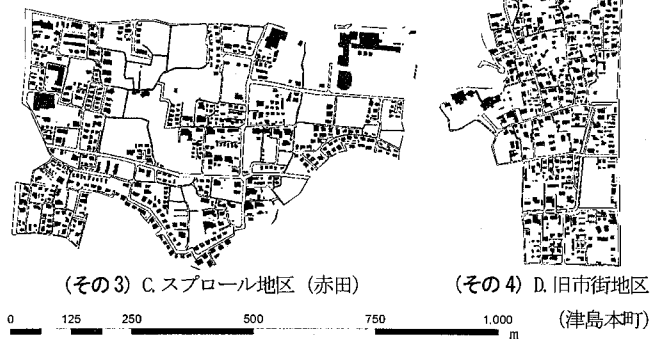


図-2 各対象地区の土地利用状況
(建物、交通用地、農用地、その他の土地利用)

WSFP指標は、対象地区における地下浸透量がその地区の土地利用に左右されることを反映する。例えば、居住者1人が対象地区で利用した水の量だけ、雨水浸透という形で、その地区に還元するとした場合、対象地区の土地利用条件ならば、どの程度の広さの土地を準備する必要があるのかをこの指標は表現している。

(2) 地下浸透量の推定方法

なお、WSFP指標の適用に際して必要となる地下浸透量は各対象地区の水収支を簡便に推定することにより算出している。推定方法としては、まず、岡山地方気象台の降水量データ⁸⁾(1971年~2000年の平年値)を用いて、1日当たりの降水量をリットル換算して算出した(対象地区間の距離は降水量が異なるほど大きく離れていない)。次に、流出係数は、衛生工学ハンドブック⁹⁾や各自治体の定める数値¹⁰⁾を参考に、表-3に示すように土地利用区分に応じた値を用いた。各地区における表面流出量は式(2)のように求めることができる。一方、蒸発散量の算出には、ここでは式(3)、(4)のように気温と日照時間をパラメーターとしたthornthwaiteの式¹¹⁾から求めた可能最大蒸発散量と降水量との比(0.75)を、降水

表-3 各対象地区の土地利用面積

被覆状況 土地利用区分	浸透域【上段：面積（㎡）下段：比率】				不浸透域【上段：面積（㎡）下段：比率】				
	農用地	公共緑地	敷地内浸透域	その他A	建物	交通用地	敷地内不浸透域	水面	その他B
流出係数	0.65	0.30	0.25	0.25	0.90	0.85	0.80	1.00	0.80
地区タイプ									
A. 一体整備地区 （富士見）	0 (0%)	942 (1.3%)	21,187 (28.9%)	0 (0%)	24,622 (33.6%)	15,414 (21.0%)	1,462 (2.0%)	4,240 (5.8%)	5,487 (7.5%)
B. 基盤先行地区 （平田）	155,553 (34.7%)	13,356 (3.0%)	96,262 (21.5%)	7,878 (1.8%)	66,329 (14.8%)	80,376 (17.9%)	6,786 (1.5%)	5,164 (1.2%)	16,274 (3.6%)
C. スプロール地区 （赤田）	93,939 (32.1%)	11,692 (4.0%)	80,105 (27.4%)	321 (0.1%)	58,156 (19.9%)	37,089 (12.7%)	2,525 (0.9%)	4,514 (1.5%)	4,424 (1.5%)
D. 旧市街地区 （津島本町）	46,418 (23.6%)	12,151 (6.2%)	36,094 (18.4%)	15,105 (7.7%)	39,735 (20.2%)	23,512 (12.0%)	12,178 (6.2%)	1,675 (0.9%)	9,504 (4.8%)

量から表面流出量を差し引いた値に乘じるにより算出した。さらに、式(5)のように、地下浸透量は降水量から表面流出量と蒸発散量を差し引くことで算出した。

$$Q = P' \sum_{i=1}^m (C_i \times A_i) \quad (2)$$

$$E = (P - Q) \times \beta \quad (3)$$

$$\beta = \frac{E_p}{P} \quad (4)$$

$$F = P - Q - E \quad (5)$$

Q: 表面流出量 (ℓ/日)

P: 降水量 (ℓ/日)

P': 1㎡当たりの降水量 (ℓ/日)

β: 可能最大蒸発散量と降水量との比

C_i: i区分の流出係数

A_i: i区分の面積 (㎡)

m: 土地利用区分の数

E_p: Thornthwaiteの式より求めた

可能最大蒸発散量 (ℓ/日)

E: 蒸発散量 (ℓ/日)

F: 地下浸透量 (ℓ/日)

(3) 施設導入効率に関する検討

住宅などの都市施設配置が異なることにより、浸透化・水利用のための施設導入効率がどのように異なるかについても、下記のような手順に従って検討を加えた。この検討を通じ、持続可能な水利用を地区レベルで検討する際、どのような都市活動配置を実現している地区においてその実施コストが低減できるかということを明らかにする。

a) 雨水浸透施設

屋根や路面などの不浸透部分を対象に、各地区に同じ面積の雨水浸透施設を導入した際のWSFP指標の改善状況（涵養効率）を比較検討する。雨水浸透施設を導入する場合のシナリオとして、①導入面積一定：雨水浸透施設の導入面積は、A. 一体整備地区（富士見）における屋根面積（建物面積：24,622㎡）および路面面積（交通用

地面積：15,414㎡）を100%面積値として想定する。②各地区の人口一定：A. 一体整備地区（富士見）の人口（622人）を各地区間での固定値とし、土地利用構成や人口密度は、各地区とも現状のまま維持させる。③それと連動する形で各地区面積を変更した上で、①の導入面積を基準として、30%および、60%に雨水浸透施設を導入した際（シナリオ）のWSFP指標値の変化を算出する。

（土地利用構成や人口密度をそのまま、導入面積および、各地区の人口を地区間で同一とすることで、各地区の都市活動配置の特性を維持したまま、各地区間の1人に対する施設導入効率性が比較検討できる。）なお、実際に雨水浸透施設を通じて浸透する水量は、日本地下水学会の文献「雨水浸透・地下水涵養¹²⁾」における「設置地区では、一雨に対する流出率0.0～0.2程度、言い換えれば、強雨に対しても80%以上が大地に還元されている」という記述をもとに、表面流出量のうち80%が浸透すると仮定した。

b) 管路ネットワーク

各地区の全家屋に対して、管路ネットワークを導入する際の管路長（1棟当たり平均長）の比較を行う。下水の再生水などを、もし地区内で、一元管理とした場合に、管路ネットワーク系施設の導入がより効率的であると考えられる。このような理由から、管路ネットワーク導入効率が都市施設配置によりどの程度異なるかを定量的に比較することとした。なお、管路ネットワークは、道路下の設置を優先し、枝分かれ型の管路構成とし、地区内総管路長が最短となるパターンを採用する。

4. 分析結果

(1) 地下浸透量の推定結果

各対象地区における水収支を推定し、居住者1人当たり換算することにより求めた結果を表-4に示す。それによると、地下浸透量は、地区全体が宅地で覆われるA. 一体整備地区（富士見）が約28(ℓ/(人・日))と他と比較して低い結果となった。それに対して、地区の中に農用地が混在するB. 基盤先行地区（平田）が約66(ℓ/(人・日))と最も高く、C. スプロール地区（赤田）、D. 旧市街

地区（津島本町）はその中間であることがわかる。なお、A. 一体整備地区（富士見）は農用地は存在しないが、浸透性を持つ庭を備えた一戸建て住宅から構成されており、各対象地区の中で最も敷地内浸透域率が高い。地区内全域に住宅が配置されているが、それでも28ℓ/(人・日)の浸透が見られるのはこのためである。

(2) WSFP指標の算出結果

各対象地区においてWSFP指標を算出した結果を図-3に示す。既に地区内が完全に開発されているA. 一体整備地区（富士見）においてWSFP指標値が高く、居住者1人の水利用量に対して、雨水浸透という形で自然に還元するためには、他地区より広い面積が必要であることが示された。一方、B. 基盤先行地区（平田）や、C. スプロール地区（赤田）、D. 旧市街地区（津島本町）のWSFP指標が低い結果となった。この結果だけに基づけば、無計画なスプロール型市街地の方が農用地がまだ地区内に残されているため、WSFP指標値としてはよりよいということになる。

(3) 雨水浸透施設の導入による涵養効率分析

各対象地区に先述したシナリオに基づいて雨水浸透施設を導入した場合、WSFP指標がいくかに改善されるかという結果を図-4に示す。まず、A. 一体整備地区（富士見）におけるWSFP指標の減少率は顕著に高く、現状においては、各地区間で最大であるのに対して、30%シナリオの時点でWSFP指標値が地区間で最小となる。これは、A. 一体整備地区（富士見）が計画的に整備されたことで建物面積や交通用地面積の比率が高く、効率的に全域を浸透化できることを意味しており、居住者1人に対する施設導入効率性としても、A. 一体整備地区（富士見）が高い

表-4 各対象地区の1人当たりの水収支

地区タイプ	水収支			
	D: 表面流出量 (ℓ/(人・日))	F: 地下浸透量 (ℓ/(人・日))	E: 蒸発散量 (ℓ/(人・日))	P: 降水量 (ℓ/(人・日))
A. 一体整備地区 (富士見)	255	28	86	369
B. 基盤先行地区 (平田)	456	66	201	723
C. スプロール地区 (赤田)	288	45	139	471
D. 旧市街地区 (津島本町)	283	43	132	458

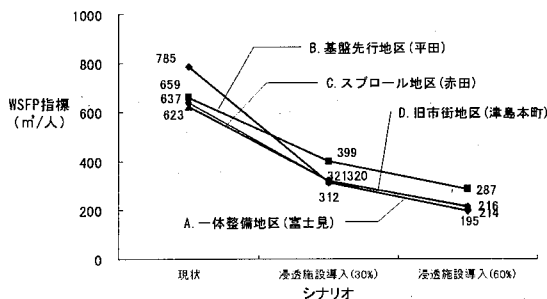


図-4 各対象地区における各シナリオでのWSFP指標

ことを示している。

さらに雨水浸透施設の導入により、各地区において雨水浸透と都市活動とのバランスを、どの程度とることができるか、計画的な視点からの検討が可能となる指標として、WSFP超過率を式(6)に従って算出した。

$$N = WSFP \times \left(\frac{P}{A} \right) \quad (6)$$

N: WSFP超過率

WSFP: ウォーターサプライ・フットプリント (m³/人)

P: 対象地区の人口 (人)

A: 対象地区の面積 (m²)

シナリオの導入に伴ってWSFP超過率がどのように変化するかを図-5に示す。現状において、A. 一体整備地区（富士見）の超過率が6.7倍と顕著に高い。これは、都市活動と雨水浸透のための土地利用とのバランスが悪く、その地区の都市活動に伴う水利用に対して、雨水を浸透させるだけの土地が少ないことを示している。しかし、雨水浸透施設を60%導入するシナリオでは1.7倍となる。これに対し、C. スプロール地区（赤田）においては、A. 一体整備地区（富士見）と同じ面積だけ浸透施設を導入すると、WSFP超過率は、現状が4.1倍であるにも関わらず、1.4倍にまでしか下らない。すなわち、A. 一体整備地区（富士見）の現状においては、WSFP超過率が顕著に高い一方で、その改善効率は高く、各地区間のWSFP超過率の差は顕著に少なくなることを示している。

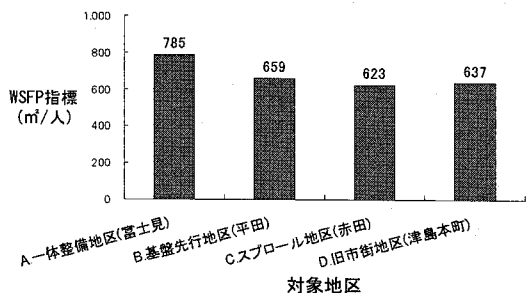


図-3 各対象地区のWSFP指標

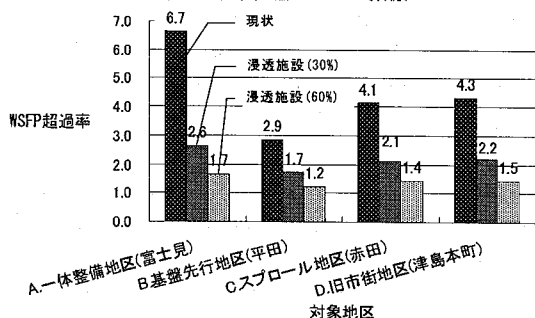


図-5 各対象地区におけるWSFP超過率の各シナリオによる改善状況

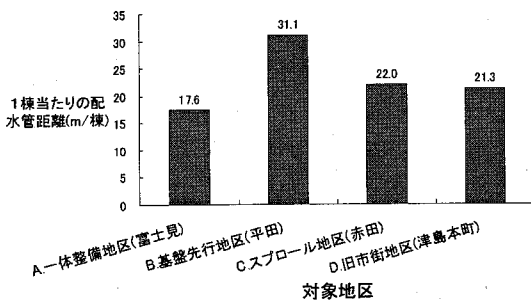


図-6 各対象地区における
1棟当たりの配水管距離

このように、A. 一体整備地区（富士見）では適切な施策さえ実施すれば、地区居住者の水利用に対して、雨水浸透という形で自然に還元できるが、C. スプロール地区（赤田）では、施策実施効率が、それと比較して相対的に悪いということが明らかとなった。

(4) 管路導入の効率性に関する分析結果

先述した方法に基づいて地区内建物の1棟当たりの配水管の長さを求めたところ、図-6に示す結果が得られた。A. 一体整備地区（富士見）が17.6(m/棟)と最短となった一方、B. 基盤先行地区（平田）において、31.1(m/棟)であり最長距離、次いで、C. スプロール地区（赤田）が長い結果となった。以上の結果は、施設配置の面でA. 一体整備地区（富士見）が効率的な配水管のルートを構築できることを示している。なお、B. 基盤先行地区（平田）は、街路網が整備され宅地化が進展中である。そのため現段階では建物が分散し、結果的に総延長が長くなった。今後、宅地化が進展するとA. 一体整備地区（富士見）のような効率性を確保できる可能性は高い。しかし、C. スプロール地区（赤田）は非計画的な街路網、ミニ開発により、今後の効率化は難しいといえる。

5. おわりに

本研究で得られた成果は以下のとおりである。

- 1) 人々の水利用に対して、雨水浸透という形で自然に還元するとした場合、その地区の面積がどれだけ必要かを表現するWSFP指標を新たに提案し、岡山市における都市活動配置パターンの異なる4地区で実際にその適用を行った。
- 2) 4地区におけるWSFP指標値を比較した結果、その値は地区間でそれほど大きな差はないものの、一体整備型の地区で高くなる傾向が見られた。
- 3) この逆に浸透施設および管路導入による効率性は、いずれも一体整備型の地区で効果が示された。同時に、スプロール型の活動配置が進んだ地区では、浸透施設の

導入を積極的に行っても地区におけるWSFP指標の効果的な改善には必ずしもつながらず、WSFP超過率においても、その改善効率が相対的に低いことが明らかとなった。WSFP指標を効果的に改善するためには、地域整備の際の活動配置を如何に計画的に行うかということが重要な要素となることが、初めて示されたといえる。

4) 道路や公園といった都市基盤の整備コストがスプロール市街地では相対的に高くなるということは既に実証されている¹⁹⁾。今回の検討ではWSFP指標の改善という面でもスプロール市街地で相対的にコストが高く、それは活動配置として地区内に浸透性のある農用地が残されていることがもたらす効果を上回るものであることが示された。

また、本分析には以下の限界と課題も残されている。

- 1) 本研究では雨水浸透させた水がどこでどのように利用されるかということまでは議論の対象としていない。

（エコロジカル・フットプリント指標において、CO₂の吸収先が議論されないのと相似の関係にある。）むしろ本研究で提案したWSFP指標は、各地区居住者が雨水浸透という形でどれだけ自然に水を返すことができているのか、そのバランスを簡便に把握でき、雨水浸透への理解を助ける一方で、雨水浸透施設などの導入を検討する側（自治体など）は、実際に浸透施設を導入した場合の効果を、同指標を通じて、分かりやすく居住者に伝えることが可能となる。このため、地区での浸透施設導入の際の合意形成ツールとして本指標を活用していくことも考えられる。ただし、流域全体において、地下水利用に関する厳密な議論を行う場合、WSFP指標を利用する際の、地区の境界線の設定なども考慮する必要があると考えており、今後の課題である。

- 2) 今回はあくまで1時点を対象にした分析のため、施策導入におけるタイムスケールが十分に考慮されていない。例えば配水管の導入などは、地区整備時に一体的に設置する場合と、市街地が形成されて後に継ぎ足し的に導入していく場合とで、総管路長が同じでも整備コストが大きく異なる。なお、スプロール市街地型の活動配置においてコストが相対的に高くなるという本研究の分析結果に対しては、このようなタイムスケールの未配慮は安全側に働くといえることができる。

謝辞：本研究の実施に際しては科学技術推進機構（CREST: リスク管理型都市水循環系の構造と機能の定量化、代表：東京大学古米弘明）の研究助成を得た。記して謝意を申し上げる。

注

- (1) 間接的に生産やサービス活動に利用される水の量を国単位などでバーチャルウォーターとして算出する試みが既

に行われている。ウォーター・フットプリント (Water Footprint)¹⁰⁾ という体積ベースの指標が、このバーチャルウォーターとはほぼ同義で用いられている。本研究で提案するWSFP指標はこれらとはまったく別物であり、あくまで直接的な水利用量 (供給量) に着目し、浸透のための実際面積 (フットプリント) に換算された指標である。

(2) 必要に応じ、住宅地図¹⁵⁾の情報も援用した。

参考文献

- 1) 総合科学技術会議: <http://www8.cao.go.jp/cstp/>.
- 2) 国土交通省国土計画局: <http://www.kokudokeikaku.go.jp/council/index.html>.
- 3) 和田安彦, 三浦浩之, 多田律夫, 尾崎平: 節水型都市構築のための都市内水資源有効利用の研究, 土木学会論文集, No. 622/VII-11, pp59-71, 1999.
- 4) 荒巻俊也, 杉本留三, 花木啓祐, 松尾友矩: GIS を用いた東京都区部における人工系水循環モデルによる雑用水供給システムの導入効果の検討, 環境工学研究論文集, 第 36 巻, pp341-352, 1999.
- 5) 清岡拓未, 谷口守, 松中亮治: エコロジカルフットプリント指標を用いたローカスケールでの持続可能型土地利用政策の検討, 都市計画論文集, No. 40-3, pp. 55-60, 2005.
- 6) 国土地理院: 空中写真画像データ, 解像度 15 μ , カラー, 日本地図センター, 1995.
- 7) 空気調和・衛生工学会: 雨水利用システム 設計と実務, p36, 空気調和・衛生工学会, 1997.
- 8) 気象庁 電子閲覧室: <http://www.data.kishou.go.jp/index.htm>.
- 9) 合田健 (代表): 衛生工学ハンドブック, pp480-481, 朝倉書店, 1967.
- 10) たとえば, 島根県土木部河川課: <http://www.pref.shimane.jp/section/mizube/>.
- 11) 土木学会水理委員会: 水理公式集【平成 11 年版】, pp17-18, 土木学会, 1999.
- 12) 日本地下水学会編: 雨水浸透・地下水涵養, p81-82, 理工図書株式会社, 2001.
- 13) 黒川洸, 谷口守, 橋本大和, 石田東生: スプロール市街地の整備コストに関する一考察 - 先行的都市基盤整備のコスト節減効果に関する検討 -, 都市計画論文集, No. 30, pp. 121-126, 1995.
- 14) A. K. Chapagain, A. Y. Hoekstra: Water footprints of nations, Volume1 Main Report, 2004.
- 15) ゼンリン: ゼンリン住宅地図, 岡山市No.1・2・3, 1994.

EVALUATION OF THE ACTIVITY LOCATIONAL PATTERN BASED ON THE WATER SUPPLY FOOTPRINT INDEX - CONSIDERATION OF WATER BALANCE FOR LOCAL PLANNING -

Takehito UJIHARA, Mamoru TANIGUCHI, Hiroaki FURUMAI and Yoshiro ONO

This study clarifies the relation between activity location and groundwater infiltration. A new index (water supply footprint index: WSFP) is introduced to evaluate area-based self-sufficiency of water supply by use of groundwater infiltration. Four areas with different planning conditions are designated for case studies. For present conditions, the WSFP in the planned area is higher than that of the unplanned area with farmlands. However, results show that efficiencies of improvement, by introducing a water-supply network or new facilities for infiltration, are high in the planned area than in unplanned area.