

全国の都道府県における地下と地上の マテリアルストックに関する研究

長岡耕平¹・谷川寛樹²・橋本征二³

¹学生員 和歌山大学システム工学部 環境システム学科(〒640-8510 和歌山県和歌山市栄谷930番地)
E-mail:s104070@sys.wakayama-u.ac.jp

²正会員 和歌山大学准教授 環境システム学科(〒640-8510 和歌山県和歌山市栄谷930番地)

³正会員 国立環境研究所主任研究員 循環型社会・廃棄物研究センター
(〒305-8506 茨城県つくば市小野川16-2)

高度経済成長期に大量に蓄積された都市構造物の多くが耐用年数を迎え、今後廃棄物が大量に発生すると予想される。持続可能な社会を構築するためには廃棄物のフローや物質の投入量を少なく抑える必要がある。このため計画的に解体や撤去、修繕をするために、都市構造物の物質別でのストックを把握する必要がある。そこで本研究では、建築物・道路・下水道を対象に構造物の地上と地下へ投入、蓄積される資材量を統計データを用いて推計し、地上のストック量及び人間の目には触れない地下のストック量を明らかにする。その結果、1975年全体の地上ストックは30億トン、地下ストックは36億トンで、2005年の地上ストックは67億トン、地下ストックは82億トンであった。1975年と2005年の全体のストック量を比較すると2.3倍増加していることが分かった。

Key Words: Material Flow Analysis, Material Stock Analysis, Buildings, Roadways, Sewers

1.はじめに

循環型社会白書によると、わが国の2005年における総物質投入量は18.7億トンで、その半分の8.2億トンが建築物や社会基盤施設といった都市構造物として蓄積されている¹⁾。社会基盤が整備されていく中で、投入される資材は実際に目に見えている地上部分だけでなく、建築物基礎や道路路盤、管路といった形で地下部分にも多く投入されている。地上だけでなく地下のマテリアルストックを考慮することは以下の都市問題に関係している。

1) 構造物の廃棄予測: 高度経済成長期に建設された建築物や社会基盤の多くが更新時期を迎え、大量の廃棄物が発生されると予想される。また、セメントや砂利石材など建設資材の種類によっては処理容量を超えていく可能性が高い。

2) 地下廃棄物の計画的撤去: 地下構造物の撤去は地上構造物の撤去に比べコストが高くなることが多く、将来の廃棄物撤去計画においても十分考慮する必要がある。

3) 都市鉱山としての有効的活用: 鉄や銅、アルミといった資源は地下構造物に多く使われている。これらの資源量を把握することによって、将来再利用する可能性のある資材を溜めておく都市鉱山として活用が出来る。

4) 都市気象との関連性: ヒートアイランド現象をはじめとする都市の気象は、都市の蓄熱量に関係し、蒸発散の少ない被覆によることも一因として考えられる。また本来土や岩盤であった地下の構成要素の変化も影響を及ぼしていると考えられる。

これらの推計を行っていく上でストックを把握していく必要がある。建築物においては寿命分布関数や原単位が重要な要因となる。建築寿命分布関数に関しては、小松らにより「累計ハザード法」によって木造住宅に関しての建築寿命の推定²⁾や、野城らが東京都区部の固定資産家屋台帳より「区間残存率推計法」を用いて、非木造建築物の構造種類別において、寿命の推計手法の検討³⁾を行っている。資材投入量の前単位については建設業協会⁴⁾や橋本ら⁵⁾、斎藤ら⁶⁾が構造別、資材別に推計を行っている。建築物以外の社会構造物である道路や下水道に関しては電力中央研究所⁷⁾や、橋本・谷川坂本ら^{8),9),10),11)}が資材投入原単位の設定やストックの推計を行っている。しかし、寿命分布や原単位は地域による気象条件や地盤条件の変化、都市部と地方部での人間活動の違いにより異なっていると既存研究で述べられているが、具体的に数値による比較はされていない。そこで本研究では、地域別で寿命分布や原単位を変化させた時に比較や検証を行うための前段階として、全国都道府県を対象に寿命分布や原単位を

統一してマテリアルストックの推計を行う。

本研究では、統計情報に基づき、建築物・道路・下水道を対象に構造物の地上と地下へ投入、蓄積される資材量を推計することを目的とする。特に、人間の目には触れない地下のストックがどれだけ存在するか、経年でどれだけストックが増加しているかの推計を行う。また、日本の各都道府県における構造物の地上と地下のマテリアルストックの総量の推計を経年的に行う、さらに指標化を行うために単位可住地面積で除したストック密度と、居住人口で除した1人あたりストックの経年的な推計を行い、地域によって建設資材の集積傾向について比較を行う。

2. 都市構造物のマテリアルストックの推計手法

各都道府県における構造物の地上と地下マテリアルストックの合計と可住地面積1平方メートルあたり、1人あたりストックの推計を行う。本研究では建築物、道路、下水道の3種類において推計を行う(図-1)。



図-1 ストック推計方法

(1) 建築物

建築物のマテリアルストックは、GL(Ground Line: 地面)より上の構造物部分を地上ストックとして、GLより下の基礎部分を地下ストックとして推計を行う。

建築物のストックの推計では、延床面積と原単位を乗じて推計を行う。原単位については、過去の論文データより表-1の値を用いる。延床面積については統計資料^{12),13)}のデータをもとに推計を行うが、構造別での延床面積のデータについては入手出来ないのが現状である。そこで、都道府県の建築物ストックを把握するために、建

築物着工データを用いて推計する。ここでは、建築物は建設された年次に関係なく、ある一定の確率分布で滅失していくと考え、滅失スケジュールは信頼性理論に基づく故障確率密度関数として対数正規分布あるいはワイブル分布を用いて延床面積の算定を行う。残存率 $R(x)$ について、対数正規分布は次式(1)、ワイブル分布は次式(2)に示す。

$$R(x) = 1 - \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \int_0^x \frac{1}{t} \exp\left[-\frac{(\ln t - \mu)^2}{2\sigma^2}\right] dt \quad (1)$$

ここで、 μ : 平均値、 σ : 標準偏差である。

$$R(x) = \exp\left\{-\left(\frac{x - \delta}{\eta}\right)^m\right\} \quad (2)$$

ここで、 m : 形状パラメータ、 η : 尺度パラメータ、 δ : 位置パラメータである。ただし x は築年数である。今回、小松・野城氏^{3),4)}らにより推計された寿命分布関数及びパラメータ(表-2)を用いて延床面積の算定を行う。

表-1 建築物原単位表(kg/m²)^{6),17)}

種別	砂利・石材	木材	ガラスセメント	陶磁器	鉄	アルミ	その他	合計
RC造 地上	880.6	37.1	3.2	192.5	3.6	62.9	2.5	1204.3
RC造 地下	678.5	0.0	0.0	46.2	0.0	14.4	0.0	731.2
RC造 地上	4458.8	1.2	1.0	787.3	38.8	159.8	0.5	5453.3
RC造 地下	513.8	0.0	0.0	69.6	0.0	1.3	0.0	596.7
RC造 地上	1440.8	1.5	0.9	262.1	5.3	67.8	1.8	1786.7
RC造 地下	737.6	0.0	0.0	129.5	0.0	38.3	0.0	906.2
木造 地上	0.0	284.8	3.7	0.0	16.6	0.0	4.8	311.9
木造 地下	590.8	0.7	0.0	62.2	0.0	9.2	0.0	661.8
RC造 地上	23.6	88.1	2.9	4.0	79.9	4.8	1.2	208.2
RC造 地下	133.6	0.0	0.0	13.4	0.0	9.0	0.0	156.0
RC造 地上	162.8	88.1	2.7	30.9	72.2	0.5	4.4	364.1
RC造 地下	119.1	0.0	0.0	11.3	0.0	3.8	0.0	134.2
S造 地上	625.0	8.1	6.5	50.0	25.5	190.8	3.7	929.2
S造 地下	229.2	0.0	0.0	40.8	0.0	3.3	0.0	275.0
S造 地上	330.9	37.1	2.7	81.7	17.7	113.8	4.9	603.4
S造 地下	270.0	0.0	0.0	20.0	0.0	8.8	0.0	302.1
S造 地上	309.8	4.5	3.2	39.1	18.4	176.2	2.5	561.9
S造 地下	407.7	0.0	0.0	57.3	0.0	20.1	0.0	486.0
RC造 地上	856.0	37.0	2.0	101.1	61.0	116.6	2.1	1197.7
RC造 地下	708.0	0.0	0.0	87.9	0.0	26.4	0.0	822.3
RC造 地上	845.8	78.0	2.1	99.0	82.0	77.7	2.1	1204.5
RC造 地下	281.2	0.2	0.0	29.0	0.0	7.3	0.0	317.7
RC造 地上	914.7	61.2	3.0	160.9	30.9	86.3	2.9	1267.3
RC造 地下	408.9	0.1	0.0	50.0	0.0	12.0	0.0	471.1

表-2 建築物の寿命分布関数^{3),4),14)}

構造	用途	寿命分布関数	パラメーター	データ年
木造	専用住宅	対数正規分布	$\mu=3.655, \sigma=0.633$	1987
RC造	事務所	ワイブル分布	$m=14.06, \eta=154.9, \delta=112.4$	1990
RC造	専用住宅	対数正規分布	$\mu=3.655, \sigma=0.633$	1987
S造	事務所	対数正規分布	$m=3.127, \eta=40.444, \delta=7.329$	1987
C造				

(2) 道路

道路のマテリアルストックは、道路表層部分を地上スト

クとして、道路基層、路盤層部分を地下ストックとして推計を行う。道路のマテリアルストックの推計は統計資料¹⁴⁾のデータを用いて推計を行う。道路の総延長及び道路幅から面積を求めて、表-3の原単位を乗じることによって求める。

(3) 下水道

下水道については下水管路及び下水管基礎部、人孔についての推計を行う。下水道のマテリアルストックは、下水道統計¹⁶⁾より管径別の管路延長から原単位を乗じることによって推計を行う(図-2)。原単位については、年代によって投入される資材が異なっていることを考え、経年で原単位を変化させる。

今回、下水道統計より1982年から2005年までの管径及び管種別発注延長から、管種別(管種は陶管、ヒューム管、強化プラスチック管、レジン管、推進管、鋼製セグメント、コンクリートセグメント、鋼管、鋳鉄管、既成ボックスがあげられる)での1mあたりの重量を乗じて、資材投入量を求める。その資材投入量から発注延長の合計で割ることによって1mあたりでの資材別での原単位を求めた(表-4)。今回、1982年以前のデータについては1982年での原単位を用いて推計を行った。

表-3 道路原単位表(kg/m²)⁶⁾

建設工種	交通区分	道路原単位(kg/m ²)										合計
		表層	基層	上層	下層	表層	基層	上層	下層	表層	基層	
高規格アスファルト舗装	L/A交通	遮断層無	118	110	8	0	312	510	0	0	0	940
		遮断層有	118	110	8	0	520	408	0	0	0	1046
	B交通	遮断層無	235	220	15	0	416	306	0	0	0	957
		遮断層有	235	220	15	0	416	408	210	0	0	1269
	C交通	遮断層無	353	330	23	0	408	315	0	0	0	1076
		遮断層有	353	330	23	0	416	306	0	0	0	1075
	D交通	遮断層無	470	439	31	0	705	408	630	0	0	2213
		遮断層有	470	439	31	0	705	408	630	0	0	2213
	高規格平均		235	220	15	0	416	391	88	0	0	1130
	L/A交通	94	88	6	—	—	143	147	141	—	—	525
簡易アスファルト舗装	L/A交通	335	283	0	51	0	755	420	0	0	0	1509
	B交通	558	472	0	85	0	1083	525	0	0	0	2165
	C、D交通	669	567	0	102	0	0	315	0	0	0	763
	C、D交通	94	88	6	0	0	0	0	0	0	0	0

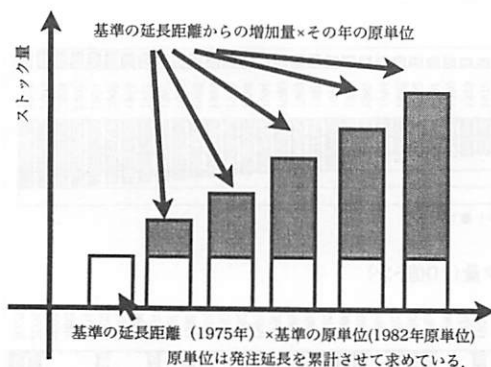


図-2 下水道ストック計算方法

表-4 下水道原単位表(kg/m¹⁶、18、19、20)

600mm以下原単位(kg/m)								
年代	砂利・石材 (基礎)	砂利・石材 (管部分)	セメント	鉄	陶磁器	プラスチック	その他	合計
~1982	206.1	48.3	13.6	2.5	6.8	3.0	2.2	282.5
1983	201.2	46.2	13.0	2.3	6.7	3.1	2.7	275.3
1984	199.3	45.3	12.8	2.4	6.7	3.2	2.3	271.9
1985	197.9	44.1	12.5	2.4	6.5	3.4	2.2	269.0
1986	196.7	43.2	12.2	2.4	6.4	3.5	2.2	266.5
1987	195.6	43.0	12.1	2.4	6.0	3.6	2.0	264.7
1988	193.6	42.4	12.0	2.5	5.7	3.7	2.0	261.8
1989	191.2	41.6	11.7	2.5	5.5	3.8	1.9	258.2
1990	188.6	40.7	11.5	2.6	5.2	3.9	1.9	254.2
1991	185.8	39.8	11.2	2.7	5.0	3.9	1.9	250.2
1992	183.1	38.8	10.9	2.7	4.7	3.9	1.8	246.0
1993	180.4	37.8	10.7	2.6	4.5	4.0	1.8	241.8
1994	177.2	36.7	10.4	2.5	4.4	4.0	1.7	236.9
1995	174.2	35.5	10.0	2.4	4.2	4.1	1.7	232.2
1996	171.4	34.3	9.7	2.3	4.0	4.2	1.7	227.6
1997	168.3	33.1	9.3	2.2	3.8	4.3	1.7	222.7
1998	164.9	31.7	8.9	2.2	3.6	4.3	1.7	217.3
1999	161.6	30.4	8.6	2.1	3.5	4.4	1.6	212.2
2000	158.5	29.3	8.3	2.0	3.3	4.4	1.6	207.4
2001	155.7	28.2	8.0	2.0	3.4	4.5	1.6	203.2
2002	153.6	27.4	7.7	1.9	3.2	4.5	1.5	199.9
2003	151.8	26.6	7.5	1.9	3.2	4.6	1.5	197.0
2004	150.0	26.0	7.3	1.8	3.1	4.6	1.5	194.3
2005	148.6	25.4	7.2	1.8	3.0	4.6	1.5	192.1

600~2000mm原単位(kg/m)								
年代	砂利・石材 (基礎)	砂利・石材 (管部分)	セメント	鉄	陶磁器	プラスチック	その他	合計
~1982	2132.3	814.6	229.8	83.3	0.0	2.8	35.6	3222.1
1983	2165.3	826.5	233.2	82.2	0.0	3.2	29.3	3263.3
1984	2165.2	833.7	235.2	83.2	0.0	3.5	26.7	3271.0
1985	2166.5	839.3	236.8	84.5	0.0	3.8	26.4	3280.9
1986	2182.6	846.9	238.9	86.1	0.0	4.1	27.2	3309.5
1987	2164.3	921.2	259.9	91.9	0.0	4.5	27.7	3393.1
1988	2136.4	965.3	272.3	95.8	0.0	5.3	28.2	3427.1
1989	2148.5	1040.8	293.6	102.8	0.0	6.2	29.6	3545.2
1990	2184.4	1137.3	320.8	111.8	0.0	7.3	31.4	3716.9
1991	2233.8	1246.9	351.7	122.1	0.0	8.4	33.6	3920.2
1992	2289.9	1362.9	384.5	132.9	0.0	9.6	36.0	4139.3
1993	2269.4	1315.4	371.0	130.8	0.0	9.1	34.8	4054.1
1994	2250.3	1285.3	362.6	127.8	0.0	9.0	34.5	3993.2
1995	2232.3	1253.2	353.5	125.7	0.0	9.1	34.8	3932.3
1996	2216.8	1228.1	346.4	123.4	0.0	9.2	35.9	3883.4
1997	2206.4	1211.7	341.8	121.2	0.0	9.2	35.3	3849.4
1998	2190.2	1186.7	334.7	117.4	0.0	9.1	35.1	3796.9
1999	2180.4	1169.6	329.9	114.5	0.0	9.3	34.9	3762.3
2000	2175.7	1159.1	327.0	112.4	0.0	9.3	34.3	3741.5
2001	2168.1	1149.0	324.1	110.6	0.0	9.3	34.0	3718.7
2002	2162.6	1139.7	321.5	109.5	0.0	9.4	33.7	3700.1
2003	2157.8	1131.4	319.2	108.5	0.0	9.4	34.3	3684.3
2004	2153.7	1125.9	317.6	107.6	0.0	9.4	34.0	3671.9
2005	2152.1	1120.9	316.2	106.6	0.0	9.4	33.8	3662.7

2000mm以上原単位(kg/m)								
年代	砂利・石材 (基礎)	砂利・石材 (管部分)	セメント	鉄	陶磁器	プラスチック	その他	合計
1982	15478.1	7606.8	2145.8	403.7	0.0	11.0	404.5	26049.8
1983	15531.4	7906.9	2230.4	414.1	0.0	8.7	317.8	26409.5
1984	16922.0	9079.1	2561.1	420.4	0.0	7.0	335.3	29324.9
1985	16649.4	8753.8	2469.3	447.5	0.0	7.9	359.2	28687.0
1986	16614.1	8818.8	2487.7	452.6	0.0	8.3	353.7	28735.3
1987	16447.8	8619.0	2431.3	466.1	0.0	7.4	348.5	28320.2
1988	16258.3	8434.5	2379.3	475.0	0.0	7.4	345.5	27900.0
1989	16191.4	8348.5	2355.0	481.7	0.0	7.5	345.1	27729.2
1990	16201.4	8323.6	2348.0	487.2	0.0	7.5	346.4	27714.0
1991	16264.2	8340.3	2352.7	491.9	0.0	7.6	348.8	27805.4
1992	16366.2	8387.4	2366.0	496.1	0.0	7.7	352.0	27975.4
1993	16499.1	8428.0	2377.4	508.3	0.0	8.2	355.0	28176.0
1994	16530.5	8459.8	2386.4	506.2	0.0	8.3	353.0	28244.2
1995	16587.9	8547.5	2411.2	503.2	0.0	8.2	363.0	28421.0
1996	16698.6	8689.0	2451.1	498.9	0.0	8.2	363.9	28709.7
1997	16592.4	8579.7	2420.2	490.1	0.0	9.1	371.4	28462.9
1998	16548.2	8585.5	2421.9	491.3	0.0	9.7	365.4	28422.0
1999	16623.7	8602.4	2426.6	491.2	0.0	10.5	377.6	28532.0
2000	16600.1	8604.4	2427.2	492.6	0.0	10.3	373.2	28507.7
2001	16690.3	8649.6	2439.9	502.3	0.0	11.4	365.5	28659.1
2002	16739.3	8712.4	2457.7	499.9	0.0	11.5	360.8	28781.7
2003	16755.1	8748.5	2467.9	498.0	0.0	12.1	359.0	28840.7
2004	16856.8	8830.9	2491.1	497.5	0.0	12.3	355.3	29044.0
2005	16869.0	8850.8	2496.7	497.9	0.0	12.3	350.3	29077.0

3.都市構造物のマテリアルストック推計結果

全国合計について建築物、道路、下水道における地上と地下のストックを示したグラフを図-3に示す。地上ストックは、建築物の割合が多い結果となった。地下では道路と建築物の割合が多い結果となった。経年で見ると1975年が66億トン(地上ストック30億トン、地下ストック36億トン、構造物別では建築物43億トン、道路22億トン、下水道7200万トン)に対して、2005年は149億トン(地上ストック67億トン、地下ストック82億トン、建築物96億トン、道路48億トン、下水道4.7億トン)と約2.3倍の違いとなった。

(1)建築物

資材別に分類を行ったストックのグラフを図-4に示す。1945年の建築物ストックは13億トン(地上7.7億トン、地下

5.9億トン)で、1975年では43億トン(地上26億トン、地下17億トン)、2005年では96億トン(地上59億トン、地下37億トン)となった。2005年の資材別では、地上部分は砂利石材37億トン、木材5.6億トン、ガラス0.2億トン、セメント6.3億トン、陶磁器2.6億トン、鉄5.5億トン、アルミ0.2億トン、その他0.6億トンとなった。地下部分は砂利石材が32億トン、セメント3.9億トン、鉄1億トン、木材75万トンという結果となった。地上地下共に基礎やコンクリートに用いられる砂利石材の割合が多い結果で、特に1960年後半からの高度成長期により大きく増加している傾向が見られた。RC造やSRC造の着工面積が増加したためであると考えられる。

(2)道路

資材別に分類を行ったストックを図-5に示す。1964年のストックは8.1億トン(地上1.6億トン、地下6.5億トン)

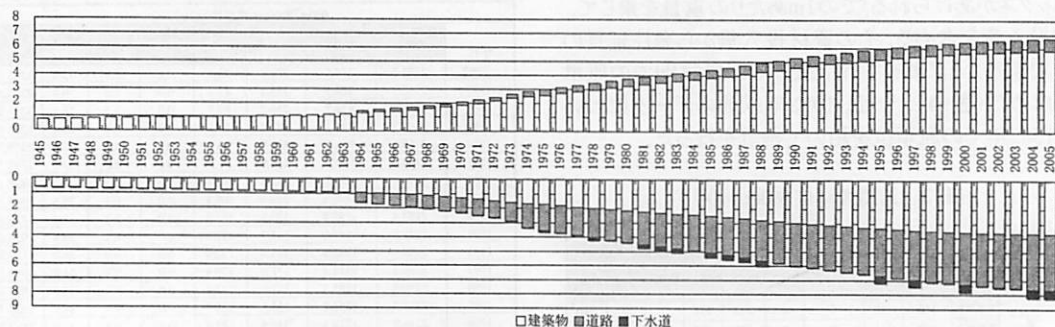


図-3 全国における建築物、道路、下水道の地上地下ストック(10億トン)

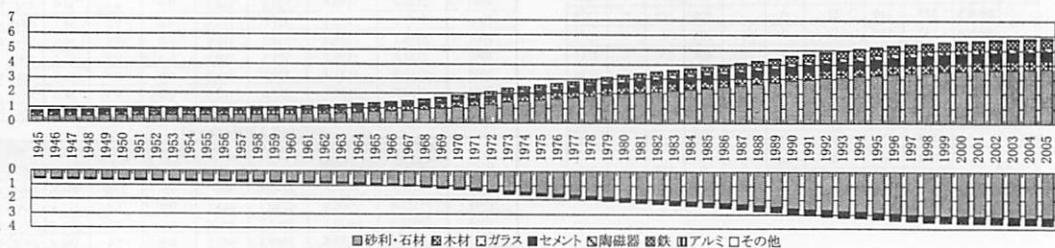


図-4 建築物地上地下ストック量(10億トン)

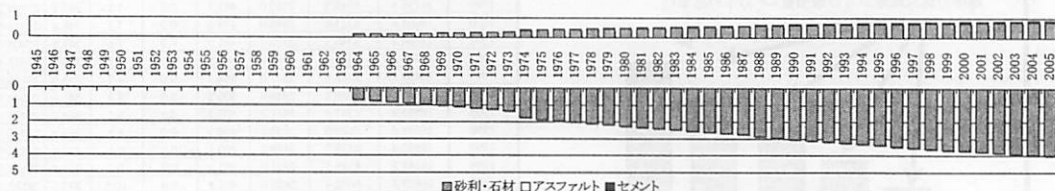


図-5 道路地上地下ストック量(10億トン)

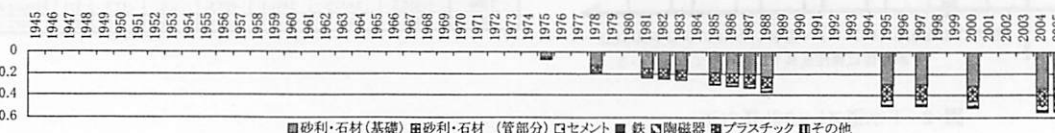


図-6 下水道ストック量(10億トン)

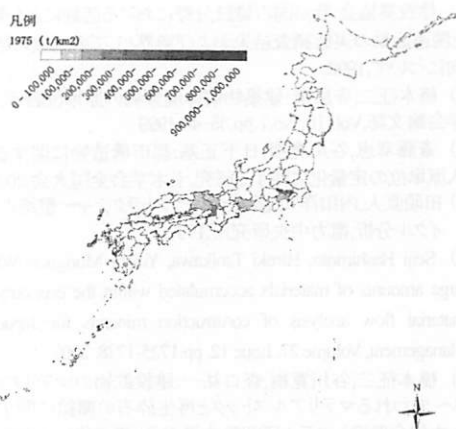


図-7 1975年ストック密度(可住地面積あたり)

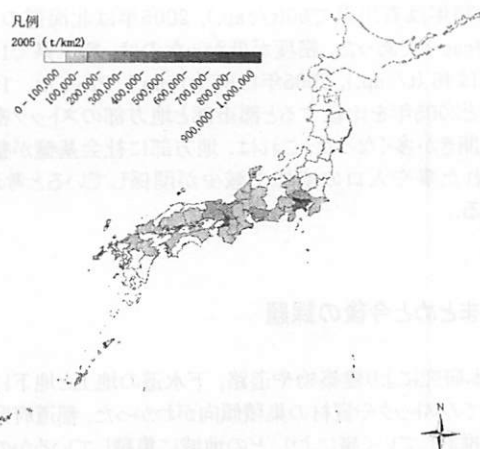


図-8 2005年ストック密度(可住地面積あたり)

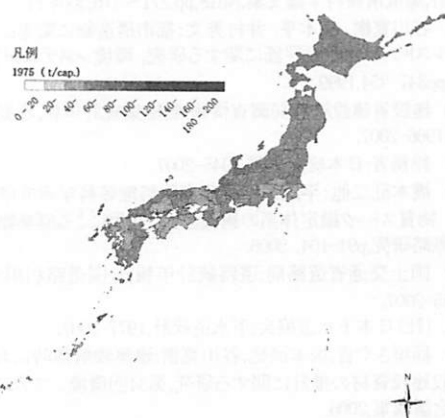


図-9 1975年ストック密度(人口あたり)



図-10 2005年ストック密度(人口あたり)

で、2005年は48億トン(地上9億トン、地下39億トン)となった。2005年の資材別では、地上部分は砂利石材8.1億トン、アスファルト0.5億トン、セメント0.2億トンとなった。地下部分は砂利石材39億トンとなった。地下のストックが多いのは路盤部分に砂利石材を用いている事があげられる。

(3)下水道

資材別に分類を行ったストックを図-6に示す。結果は下水道統計のデータが入力出来た年代を表示している。1975年のストックは0.7億トン(うち0.3億トンは管渠)で、2005年は5.5億トン(うち2.2億トンは管渠)となった。2005年の資材別で見ると、基礎部分の砂利石材3.3億トン、管渠部分の砂利石材(コンクリート中)1.5億トン、セメント0.4億トン、鉄0.1億トン、陶磁器0.01億トン、プラスチック0.2億トン、その他0.6億トンとなった。管の基礎部分に用いられる砂利石材の量が多くなった。また管渠部分の砂利石材が多くなったのは大口径になるほどコンク

リート管が用いられるため、小口径に用いられる塩ビ管などのプラスチック類に比べてストックが大きいためである。

(4)都道府県別ストック密度

都道府県別での可住地面積あたりのストック密度を図-7、図-8に、人口あたりでのストック密度を図-9、図-10に示す。可住地面積あたりで見ると1975、2005年共に東京都(1975年45万トン/km²、2005年95万トン/km²)や大阪府(1975年32万トン/km²、2005年62万トン/km²)といった大都市圏でのストック密度が高い値を示した。密度が最も低かったのは両年共に北海道(1975年1.8万トン/km²、2005年4.4万トン/km²)であった。1975年から2005年にかけての変化は、関西圏、関東圏にストックが集中し、関東・東海・関西・瀬戸内地方を中心にストック密度が増加している結果となった。

人口あたりでのストック密度を見ると、1975、2005年共に都市部でのストック密度は低く、地方部でのストック密

度は高い傾向となった。ストック密度が高かったのは1975年は石川県で60(t/cap.), 2005年は北海道の183(t/cap.)であった。密度が低かったのは、埼玉県で1975年は46(t/cap.), 2005年は81(t/cap.)であった。1975年と2005年を比較すると都市部と地方部のストック密度の開きが多くなった。これは、地方部に社会基盤が整備された事や人口の増加や減少が関係していると考えられる。

4.まとめと今後の課題

本研究により建築物や道路、下水道の地上と地下に分けてのストックや資材の集積傾向がわかった。都道府県別に推計していく事により、どの地域に集積しているかの傾向が分かった。しかし、都道府県の中でも都市部と地方部の集積傾向が不明であるため、今後考慮が必要である。

建築物ではライフサイクルが短いとされる東京都区部の寿命分布関数を主に使用しているが、地方部の寿命は長いと予想される。よって、地方部の建築ストックは今求めた数値よりも大きく一人当たりストック量も多い事が考えられる。今後、原単位も含めて地域別での検討が必要である。

謝辞:本研究は環境省廃棄物処理等科学研究費補助金による「物質ストック勘定体系の構築とその適用による廃棄物・資源管理戦略研究」(研究代表者:橋本征二)の成果の一部である。関係者各位に深く感謝する。

参考文献

- 1) 環境省:平成20年版 環境 循環型社会白書,p173,2008.
- 2) 加藤裕久,小松幸夫:木造専用住宅の寿命に関する研究 - 累計ハザード法による寿命確定-,日本建築学会計画系論文報告集 第363号,1986.
- 3) 野城智也,加藤裕久,吉田伸郎,小松幸夫:東京都中央区における事務所建築の寿命実態 非木造建築物の寿命実態に関する

調査研究,日本建築学会計画系論文報告集,第413号,1990.

- 4) 建設業協会:我が国の建設分野における活動による環境負荷と関連活動の実態調査結果および業界としての今後の活動の方向について,1992.

- 5) 橋本征二,寺島泰:建築物解体廃棄物の原単位設定,廃棄物学会論文誌,Vol. 10, No.1,pp.35-44,1999.

- 6) 斎藤章恵,谷川寛樹,日下正基:都市構造物に関する資材投入原単位の定量化に関する研究,土木学会全国大会,2003.

- 7) 田頭直人,内山洋司:都市インフラストラクチャー整備のライフサイクル分析,電力中央研究所,1997.

- 8) Seiji Hashimoto, Hiroki Tanikawa, Yuichi Moriguchi:Where will large amounts of materials accumulated within the economy go? -A material flow analysis of construction minerals for Japan, Waste Management, Volume 27, Issue 12, pp.1725-1738, 2007.

- 9) 橋本征二,谷川寛樹,森口祐一:建設鉱物のマテリアルバランスへ失われるマテリアルストックと再生砕石の需給に関する検討,土木学会環境システム研究論文発表会(講演集),pp.497-502, 2003.10

- 10) 坂本辰徳,谷川寛樹,橋本征二,森口祐一:地域マテリアルフロー推計に用いる都市構造物の資材投入原単位と耐久年数の推計,環境情報科学論文集,Vol.18,pp.271-276,2004.11.

- 11) 谷川寛樹,松本亨,井村秀文:都市構造物に関連したマテリアルストックの推計・評価に関する研究,環境システム研究, Vol. 27,pp.347-354,1999.

- 12) 建設省建設経済局調査情報課:建築統計年報,建築物調査会,1966-2007.

- 13) 総務省:日本統計年鑑,1945-2007.

- 14) 橋本征二他:平成18年度廃棄物処理等科学研究研究報告書 物質ストック勘定体系の構築とその適用による廃棄物資源管理戦略研究,p91-104. 2006.

- 15) 国土交通省道路局:道路統計年報,全国道路利用者会議, 1965-2007.

- 16) (社)日本下水道協会:下水道統計,1977-2007.

- 17) 稲垣さや香,坂本辰徳,谷川寛樹:建築物解体時における未回収建設資材の推計に関する研究,第34回環境システム研究発表会講演集,2006.

- 18) 下水道技術研究会:下水道技術用語事典,山海堂,1982.

- 19) 上下水道機材辞典編集委員会:上下水道機材事典,産業調査会,1978.

- 20) 東京都下水道研究会:下水道管渠施行ハンドブック 改訂,山海堂,1983.

ESTIMATION OF SURFACE / SUBSURFACE MATERIAL STOCK RELATED TO THE CONSTRUCTION SECTOR OF ALL PREFECTURES IN JAPAN

Kohei NAGAOKA, Hiroki TANIKAWA, Seiji HASHIMOTO

Stocked construction materials exist not only on the surface but in the subsurface. Stocked materials on the surface, such as buildings, are easy to recognize and control by law, but stocked subsurface materials are hard to handle and even harder to quantify. Furthermore, underground stock relates to some urban problems, such as intentional withdrawal of underground wastes, efficient use as recycling resource, urban heat island. Therefore quantifying urban material stock and unveiling the input history of construction materials to subsurface could provide a new basic dataset for urban area assessment. Surface / subsurface construction material is estimated based on statistical data. In this paper, total mass of surface / subsurface material stock estimated over time, country, prefectures. The results indicated that overall prefectures of surface material stock is 3.0 billion tons, subsurface material stock is 3.6 billion tons in the year of 1975. In 2005, surface material stock related is 6.7 billion tons, subsurface material stock is 8.2 billion tons. This concentration increased 2.3 times over the 30 years from 1975 to 2005.