

九州地方を対象とした災害応急復旧における 建設機械の必要量と賦存量の比較分析

田中 徹政¹・加知 範康²・森 大地³・塚原 健一⁴

¹正会員 九州大学大学院 工学府都市環境システム工学専攻

(〒819-0395 福岡市西区元岡744 W2-1005)

E-mail: t-tanaka@doc.kyushu-u.ac.jp

²正会員 九州大学大学院助教 工学研究院附属アジア防災研究センター

(〒819-0395 福岡市西区元岡744 W2-1005)

E-mail: kachi@doc.kyushu-u.ac.jp

³非会員 長崎県 県北振興局 建設部 道路建設第一課

(〒857-8502 長崎県佐世保市木場田町3-25)

E-mail: moridaichi_doboku@pref.nagasaki.lg.jp

⁴正会員 九州大学大学院教授 工学研究院附属アジア防災研究センター

(〒819-0395 福岡市西区元岡744 W2-1039)

E-mail: tsukahara@doc.kyushu-u.ac.jp

本研究は、九州地方を対象として、災害応急復旧時に最も必要となる建設機械の台数とそれらからなる災害対応力に着目し、実態を把握することを目的とする。よって、被災後の応急復旧に必要な地場の建設企業が保有する建設機械台数を調査し、建設機械の賦存量を明らかにする。また、田中ら¹⁾が先行研究により調査している九州地域内に拠点を置く建設機械リース・レンタル業者が保有する建設機械台数とあわせて、地域毎の賦存量を明らかにした。次に、建設機械の必要量を過去10年程度の間が発生した災害の統計資料に記載されている公共土木施設被害額を用いて推計した。これらを県・地域単位で整理・比較した結果、県単位では概ね建設機械の不足は見られなかったが、地域単位では建設機械が不足すると考えられる地域が存在することが明らかとなった。

Key Words : *disaster prevention, construction machine ,area characteristic,*

1. 背景

異常気象、大規模降雨等、自然災害の外力の増大に加え、過疎地域における高齢化の進展、市町村合併等による過疎地域での公共サービス密度の低下等により、中山間地域等、地方部での災害に対する脆弱性が高まっている。かつては災害対応に必要な建設機械や技術者が一定規模で地方部に存在し、災害対応に機能を発揮していたが、近年、九州地方においても建設業の衰退に伴う建設機械や技術者の不足が災害時の対応に支障を来しているという指摘がある。また、既存研究においては、一般論としての地域防災力の低下や、地方の建設業衰退による建設機械、技術者の不足は指摘されているが、地域的に、かつ具体的数量を踏まえた研究は殆どなされていないのが実情である。とりわけ、建設機械台数の地域毎における現状把握やあり方の検討が急務とされている。

そこで、本研究では、災害発生時に最も必要となる災害対応建設機械の台数とそれらからなる災害対応力に着目し、実態を把握することとした。よって、地域毎の建設機械の賦存量（建設機械の供給可能量）を明らかにするために、九州地方における地場建設企業の建設機械保有台数を調査した。また、田中ら¹⁾が先行研究により調査している九州地域内に拠点を置く建設機械リース・レンタル業者が保有する建設機械台数とあわせて、地域毎の賦存量を明らかにした。さらに、九州地方の各地域で、過去に発生した災害情報を基に、必要となる建設機械の必要量を推計し、建設機械の供給可能量と比較することで、九州地方における地域毎の地理的偏在を把握するとともに、応急復旧時の災害対応力を定量的に評価した。その結果、地域毎の賦存量の実態把握が可能となり、建設機械の地理的偏在が明らかとなった。地域によっては、建設業者だけでは、災害対応が困難であり、建設機

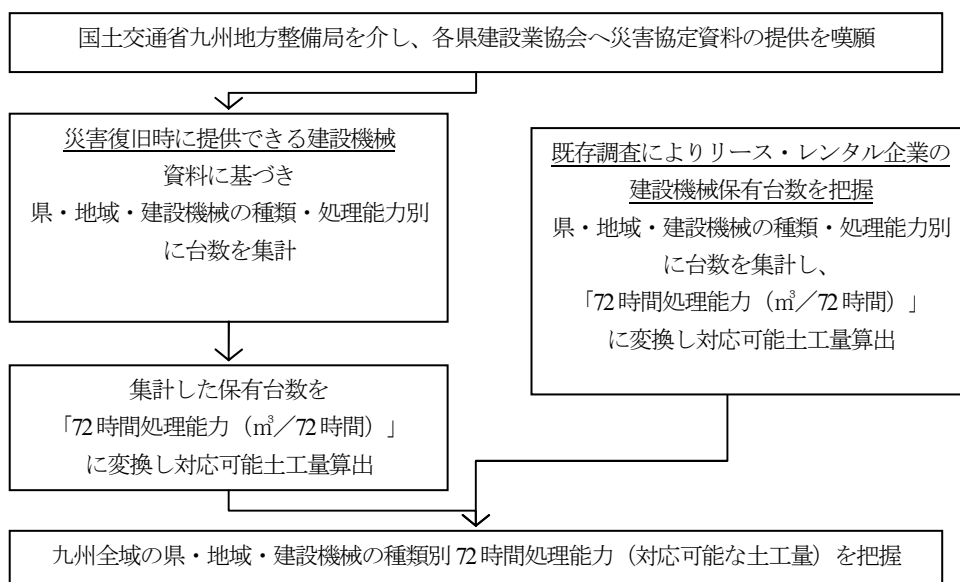


図-1 応急復旧建設機械の供給可能量の推計の流れ

表-1 対象範囲（九州）の県内地域区分

県	地域	県	地域	県	地域
福岡	福岡、北九州、筑豊、筑後 (4地域)	佐賀	北部、西部、中部、 東部、南部 (5地域)	長崎	長崎、県央、県北、 島原、杵岐・対馬、 五島 (6地域)
熊本	阿蘇、山麓・菊池、荒尾・玉 名、熊本、上益城、宇城・八 代、人吉・球磨、芦北、天草 (9地域)	大分	北部、東部、西部、 中部、豊肥、南部 (6地域)	宮崎	高千穂、延岡・日向、椎葉・美 郷、西都・高鍋、小林・えびの、 宮崎、都城、日南・串間 (8地域)
鹿児島	北薩、伊佐、鹿児島、大隅、南薩、熊毛、奄美 (7地域)				

表-2 調査対象とした建設機械の種類と処理能力の区分

建設機械種別	処理能力						
	山積み 0.14~0.28m ³ 未満	山積み 0.28~0.45m ³ 未満	山積み 0.45~0.65m ³ 未満	山積み 0.65~0.9m ³ 未満	山積み 0.9~1.4m ³ 未満	山積み 1.4~2m ³ 未満	山積み 2m ³ 以上
バックホウ	山積み 0.14~0.28m ³ 未満	山積み 0.28~0.45m ³ 未満	山積み 0.45~0.65m ³ 未満	山積み 0.65~0.9m ³ 未満	山積み 0.9~1.4m ³ 未満	山積み 1.4~2m ³ 未満	山積み 2m ³ 以上
トラクターショベル	山積み 0.3~0.8m ³ 未満	山積み 0.8~1.2m ³ 未満	山積み 1.2~1.9m ³ 未満	山積み 1.9~3.2m ³ 未満	山積み 3.2~4.6m ³ 未満	山積み 4.6m ³ 以上	
ダンプトラック	最大積載量 2t	最大積載量 3~4t	最大積載量 5~6t	最大積載量 7~8t	最大積載量 9~10t	最大積載量 11t以上	

械リース・レンタル業者との連携を図ることで、建設機械を2次的に補填することが災害対応力を強化していくために最も重要であることを示唆した。

2. 応急復旧建設機械の供給可能量の推計

図-1に応急復旧建設機械の供給可能量の推計の流れを示す。図からわかるように、田中らは、九州の建設機械器具リース・レンタル企業に向けてアンケート調査を実施し、地域毎の売上高と建設機械保有台数を集計し、売上高当たりの建設機械土工量（72時間当処理能力）を示している。これによって売上高当たりの処理可能な土工

量を算出している。同様の方法により、本調査で明らかとなった地場建設企業の保有する建設機械台数を地域毎にわけて、72時間当りの処理能力を推計する。その2つをまとめて、地域毎の供給可能量を明らかにする。

先行研究により実施した九州の建設機械リース・レンタル企業を対象とした調査との整合性を保つため、先行研究と同様に、調査対象建設機械²⁾の種類は「バックホウ、トラクターショベル、ダンプトラック」とした。また、それぞれの処理能力については、国土交通省土木工事積算基準（建設機械等損料表）ならびに平成21年度に国土交通省九州地方整備局が実施した「建設機械動向調査」³⁾の資料を参考にした上で、実際に建設機材を扱っ

ているリース企業の方（実務者）へのヒアリング等に基づき、表-2に示しているように、建設機械毎に処理能力の詳細な分類を定めた。これにより、災害復旧に必要となる建設機械を単純な台数だけでなく、実際の処理能力を考慮して把握することが可能となる。地域の区分についても同様に、各自治体が県内地域区分として定義している区域⁴⁾を参考とした。各地域の詳細は表-1に示すとおりである。

3. 調査概要

(1) 調査目的

九州地方における建設機械保有台数を把握する目的で地場建設企業を対象に調査を実施した。建設機械を保有している企業は、建設企業、建設機械器具リース・レンタル企業が主なものである。田中らは、既に、九州の建設機械リース・レンタル企業を対象に建設機械の賦存量調査を実施しているが、一方の建設企業に関しては、未だ、その数は把握されておらず、さらには、災害時に早期対応が可能となる建設機械(すぐに提供或いは協力可能な建設機械)の数が、把握されていないことから、災害協定を締結している建設企業に着目し、調査を実施した。

(2) 調査対象

表-3に示しているように、九州地方の建設業協会に加盟している地場建設企業3,159社を対象とした。

(3) 調査方法

国土交通省九州地方整備局の協力のもと、九州各県と災害協定を結んでいる各県建設業協会（7団体）へ、災害対応資機材等に関する情報提供を依頼し、すべての会員が保有している建設機械台数や災害出動可能人員等の情報が記録されている資料の収集を行った。調査期間は、平成25年10月1日から平成26年1月24日迄の期間に調査した。

(4) 調査項目

- 1)会社名、住所、連絡先
- 2)種類別・処理能力別建設機械の保有台数及び保管場所
- 3)オペレーター・大型車運転手・作業員の数

(5) 調査結果

災害協定に関する建設機械保有台数の調査結果は、調査対象企業3,159社に対して、すべての企業の情報を収集することができたことから災害時に早期対応が可能となる建設機械の台数を把握するには、有用な情報であると考えられる。よって、この収集された3,159社のデー

表-3 調査対象とした地場建設企業

建設業協会		災害協定を結んでいる地場建設企業
九州7県	福岡県	129
	佐賀県	157
	長崎県	390
	熊本県	783
	大分県	509
	宮崎県	489
	鹿児島県	702
合計		3,159

タの整理結果を表-4～表-6に示す。

1) 九州地方の建設機械保有シェア

今回の調査から把握された九州全体での種類別の建設機械の保有台数は、バックホウが9,486台（53%）（表-4参照）、となり最も多く、次いで、ダンプトラックが7,257台（41%）（表-6参照）、トラクターショベルが1,014台（6%）（表-5参照）となった。これは、バックホウが通常の建設工事において、他の建設機械より汎用性が高いからだと考えられる。また、この汎用性は災害復旧時においても同様と考えられる。一方、トラクターショベルについては全体の割合に比べて非常に低く、汎用性が低いことが伺える。

2) 県・建設機械種別の保有シェア

表-4に示すように、建設機械別の保有台数と全体に占める割合は、バックホウが、鹿児島県で2,456台と一番多く、全体の26%を保有している。次いで、熊本県（2,347台、25%）、大分県（1,709台、18%）、長崎県（1,385台、15%）となっており、福岡県、佐賀県、宮崎県では全体に占める保有台数の割合は10%以下であることが伺える。

トラクターショベルに関しては、表-5に示すように、鹿児島県（504台、50%）に半数の台数が保有されており、その次に、宮崎県が189台と19%を占めている。次いで、長崎県（134台、13%）、福岡県（12台、1%）、であることから他の機種に比べて保有台数は少ない。一方の佐賀県と熊本県に限っては、保有台数は0台となっているが、これについては、トラクターショベルの情報が記載されていなかったことから、その数は、把握されていない。

ダンプトラックに関しては、表-6に示すように、鹿児島県と熊本県が最も多く全体の28%を占めている。次いで、順番に、大分県（984台、15%）、長崎県（688台、10%）、宮崎県（676台、10%）、佐賀県（482台、7%）、福岡県（85台、1%）となっている。

比較的、県毎の会員企業数に比例して、保有台数に差異が生じているものの、福岡県においては、九州の中で

も極端に保有台数が低く、すべての機種において1割程度である。一方で、既存調査による建設機械リース・レンタル企業の保有台数では、機種に関わらず全体的に福岡県が多く保有しており、その中でも、バックホウに関しては、全体の7割を保有していたことから、この県については、日常の建設工事において、建設企業は、リース・レンタル建設機械に最も、依存した傾向にあることが考えられる。

3) 地域毎の保有シェア

各県を地域別にみた場合、鹿児島県以外では、県庁所在地である地域（中心地）以外に、多く保有され、ばらついている。一方、既存調査による建設機械リース・レンタル企業の保有台数に関しては、福岡県、佐賀県、長崎県、熊本県については中心地に最も多く保有されており、鹿児島県、宮崎県においても全体的に見比べてみると中心地に多く保有されている。よって、中心地で営業している建設企業はリース・レンタル建設機械に依存しており、それとは反対に、中心地以外で営業している建設企業は、自社機械を比較的多く保有していることが伺える。

4) 能力別の保有シェア

建設機械3種を地域毎に、それぞれの処理能力にわけて建設機械の保有台数をみると、バックホウの保有台数は、小型の山積み0.15～0.25m³未満の数は3,050台と全体の30%以上を占めており、次いで、山積み0.25～0.45m³未満の数は、3,952台と40%以上となっていることから、バックホウの中でも非常に汎用性の高いものであることがわかる。また、機械の処理能力が大きくなるにつれて、全体に占める割合は低くなり、汎用性は低く、0.7m³～1.2m³のものは、一定規模以上の大型工事などに扱われているものであることが考えられる。それ以上のものになると、保有台数の全体に占める割合は低くそれぞれが1%に満たないことから、特殊なものであり、一般の工事では減多に使用されていないことが考えられる。

トラクターショベルについては山積み0.3～0.8m³未満の処理能力のものが655台と最も多く全体の約65%を占めている。山積み0.8～1.2m³未満では、165台を有しており、約16%となっている。それ以上の処理能力のものになると全体的にも数は少なく、山積み4.6m³以上のものでは3台となっていることから九州内での台数は非常に少ないことがわかる。

表4 バックホウの保有台数一覧表

バックホウ		山積み							合計 (地域別)	合計 (県別)	
		0.14～0.28m ³ 未満	0.28～0.45m ³ 未満	0.45～0.65m ³ 未満	0.65～0.9m ³ 未満	0.9～1.4m ³ 未満	1.4～2m ³ 未満	山積み 2m ³ 以上			
福岡	福岡		17	14					31	68	
	北九州			1					1		
	筑豊		7	7					14		
	筑後		14	8					22		
佐賀	北部		78	25					103	730	
	西部		91	17					108		
	中部		228	49					277		
	東部		16	7					23		
	南部		206	13					219		
長崎	長崎		202	73					275	1,385	
	県央		159	99					258		
	県北		207	113					320		
	島原		104	55					159		
	杵岐・対馬		156	86					242		
	五島		83	48					131		
熊本	阿蘇		83	100					183	2,347	
	山鹿・菊池		154	188					342		
	荒尾・玉名		86	86					172		
	熊本		113	109					222		
	上益城		147	128					275		
	宇城・八代		204	262					466		
	人吉・球磨		98	156					254		
	芦北		81	61					142		
	天草		160	131					291		
	北部		226	31	86	69	20	1	6		439
大分	東部		155	16	53	36	4		264	1,706	
	西部		170	29	101	79	6	2	1		388
	中部		112	32	36	80	9	2	2		273
	豊肥		76	22	47	40	4				189
	南部		58	30	14	40	4	7			153
	高千穂										
宮崎	延岡・日向			96						142	794
	椎葉・美郷			63		36				99	
	西部・高鍋			59		29				88	
	小林・えびの			58		23				81	
	宮崎			66		24				90	
	都城			113		54				167	
	日南・串間			85		42				127	
	北薩		257	91	80	106	6	1	2	543	
鹿児島	伊佐		116	27	34	42	1	1	2	223	2,456
	鹿児島		282	96	71	102	14	5	9	579	
	大隅		115	61	7	54		1	1	238	
	南薩		188	118	15	74	1	1		397	
	熊毛		60	18	32	41	10	2		163	
	奄美		109	52	39	105	5	3		313	
	合計	3,050	3,952	1,484	868	84	25	23	9,486	9,486	

表-5 トラクターショベルの保有台数一覧表

単位：台

トラクターショベル		山積み 0.3~0.8m ³ 未満	山積み 0.8~1.2m ³ 未満	山積み 1.2~1.9m ³ 未満	山積み 1.9~3.2m ³ 未満	山積み 3.2~4.6m ³ 未満	山積み 4.6m ³ 以上	合計 (地域別)	合計 (県別)
福岡	福岡	2						2	12
	北九州								
	筑豊 筑後	1 9						1 9	
佐賀	北部								
	西部								
	中部								
	東部 南部								
長崎	長崎	1						1	134
	県志	22						22	
	県北	41						41	
	島原	13						13	
	壱岐・対馬	36						36	
	五島	21						21	
熊本	阿蘇								
	山鹿・菊池								
	荒尾・玉名								
	熊本								
	上益城								
	宇城・八代								
	人吉・球磨								
	芦北								
	天草								
大分	北部	16	14	8	4		1	43	175
	東部	5	6	8	4	2		25	
	西部	10	3	2	5	2		22	
	中部	13	4	7	3	1		28	
	豊肥	13	6	2	6			27	
	南部	13	4	4	5	4		30	
宮崎	高千穂								189
	延岡・日向	29						29	
	椎葉・美郷	34						34	
	西都・高鍋	12						12	
	小林・えびの	26						26	
	宮崎	18						18	
	都城	46						46	
	日南・串間	24						24	
鹿児島	北薩	52	22	7	9	4	1	95	504
	伊佐	30	10	4	5			49	
	鹿児島	72	34	13	18	4		141	
	大隅	46	21	6	2	1		76	
	南薩	13	16	6				35	
	熊毛	21	12	11	7			51	
	奄美	16	13	12	12	3	1	57	
合計	655	165	90	80	21	3	1,014	1,014	

表-6 ダンプトラックの保有台数一覧表

単位：台

ダンプトラック		最大積載量 2t	最大積載量 3~4t	最大積載量 5~6t	最大積載量 7~8t	最大積載量 9~10t	最大積載量 11t以上	合計 (地域別)	合計 (県別)
福岡	福岡		32	3				35	85
	北九州			1				1	
	筑豊 筑後	7 22	12 8					19 30	
佐賀	北部		63					63	482
	西部		72	8				80	
	中部		148	33				181	
	東部 南部	8 129	2 19					10 148	
長崎	長崎		128	109				237	1,341
	県志		116	127				243	
	県北		180	173				353	
	島原		92	57				149	
	壱岐・対馬		112	109				221	
	五島		60	78				138	
熊本	阿蘇					107	29	136	1,843
	山鹿・菊池					204	34	238	
	荒尾・玉名					127	16	143	
	熊本					199	33	232	
	上益城					175	2	177	
	宇城・八代					282	44	326	
	人吉・球磨					118	76	194	
	芦北					108	7	115	
	天草					266	16	282	
大分	北部	146	16			63	3	228	984
	東部	106	7			28		141	
	西部	93	12			68	1	174	
	中部	96	14	1	3	64	1	179	
	豊肥	57	13	1		44	3	118	
	南部	53	17			62	12	144	
宮崎	高千穂								676
	延岡・日向		60	12				72	
	椎葉・美郷		14	25				39	
	西都・高鍋		25	8				33	
	小林・えびの		40	27				67	
	宮崎		133	78				211	
	都城		99	45				144	
	日南・串間		83	27				110	
鹿児島	北薩	208	56		1	173		438	1,846
	伊佐	114	30			47		191	
	鹿児島	234	76		2	159	9	480	
	大隅	102	47			64	1	214	
	南薩	134	13			98		245	
	熊毛	42	21		1	61		125	
	奄美	48	19	1	2	82	1	153	
合計	-	-	-	-	-	-	7,257	7,257	

一方で、掘削機械とは異なり、主に土砂などの運搬目的に使用されているダンプトラックでは、県毎に詳細な積載量毎の台数を把握することはできなかったものの、熊本県以外のところで見ると、最大積載量4t未満では、6割以上であり、4t以上に比べて多く保有されている。また、最大積載量が11t以上のダンプトラックの情報が記載されていた熊本県、大分県、鹿児島県では、288台で、7%程度と非常に少ないように思えるが、一方の建設機械リース・レンタル企業の調査では、保有している企業は1社も存在していなかった。よって、大型のダンプトラックは多量の土砂等を運搬する場合に使用するため、大型自動車運転手付きでダンプトラックを貸出ししている運送業者や土工事を専門としている地場の建設企業に比較的、多く保有されているということがわかる。

4. 72時間対応可能土工量の算定方法

災害の応急復旧は通常72時間程度⁵⁾で実施されることが多いことから、ここでは、建設機械の種類・処理能力別台数を72時間処理能力(土工量)に換算する。

なお、応急復旧において土砂の運搬を役割とするダンプトラックを除き、現場において土砂の除去作業を役割とするバックホウ、トラクターショベルの2種類の建設機械に重点を置き算定する。

(1) 種類・処理能力別の72時間処理能力の計算

本研究では、2項で述べたように建設機械の種類・処理能力別台数(単位:台)を72時間処理能力(単位:m³/72h)に換算することで、種類・処理能力別台数を統合して1つの指標に置き換えている。これによって、県・地域別の建設機械の供給可能量を把握する。建設機械1台当りの処理能力算定結果を表-7に示す。

建設機械施工に関しては、処理能力を策定する際に、

表-7 各建設機械1台当りの処理能力算定結果

処理能力	山積み 0.14~0.28m ³ 未満	山積み 0.28~0.45m ³ 未満	山積み 0.45~0.65m ³ 未満	山積み 0.65~0.9m ³ 未満	山積み 0.9~1.4m ³ 未満	山積み 1.4~2m ³ 未満	山積み 2m ³ 以上
(平均値)	(0.21)	(0.36)	(0.55)	(0.77)	(1.10)	(1.70)	(2.00)
1時間当り	6.19	10.61	16.22	22.70	32.44	50.13	58.98
72時間当り	445.68	763.92	1,167.84	1,634.40	2,335.68	3,609.36	4,246.56

処理能力	山積み 0.3~0.8m ³ 未満	山積み 0.8~1.3m ³ 未満	山積み 1.3~1.9m ³ 未満	山積み 1.9~3.2m ³ 未満	山積み 3.2~4.6m ³ 未満	山積み 4.6m ³ 以上
(平均値)	(0.55)	(1.00)	(1.55)	(2.50)	(3.85)	(4.60)
1時間当り	7.54	13.71	21.26	34.29	52.81	63.09
72時間当り	542.88	987.12	1,530.72	2,468.88	3,802.32	4,542.48

稼働日1日当りの施工量が問題となるが、これは作業1時間当りの施工量と稼働日1日当たりの作業時間から決定される。1時間当りの標準作業量(処理能力)は、一般に考えられる最良状態の能力を想定しており、国土交通省など自治体においては公共土木工事の標準積算基準に基づいて作業能力を決定し公表している。しかし、その示されている値は、労働基準法に基づき1日8時間で計算されており、1時間当りの処理能力(作業量)が示されていない。また、災害時ともなると初動の対応が重要となるため24時間体制で実働するものと考えられる。

よって「公共土木工事積算基準」⁶⁾の計算方法により、災害時の現場環境を想定した上で、バックホウ、トラクターショベルの1時間あたりの処理能力(作業量)を算出した。なお、災害時の土砂についてはいろいろなものが混同していることが予想されるため、土質によって係数が異なる条件についてはそれらすべての平均値を採用している。また、作業効率についても災害時における作業環境の最悪のケースを予想した場合、ルーズな状態の積込みになると考えられることからその平均値を用いることとした。

(2) 建設機械の対応可能土工量の算定結果

前項で述べた方法に基づき算定した結果を図-2に示す。図からわかるように、鹿児島県の値は約275万m³/72hと最も大きくなっている。次いで、大分・熊本・長崎県が約125~175万m³/72hとなっている。宮崎・佐賀県が約50~75万m³/72h程度、福岡県は最も小さく10万m³/72h以下となっている。県単位で見た場合には、建設機械の対応可能土工量は鹿児島県に相対的に集中(地理的に偏在)していることが分かる。

地域別にみると、佐賀県と鹿児島県の地域毎の対応可能土工量は、中心地が最も大きくなっている。それ以外の5県については、中心地以外の地域に、対応可能土工

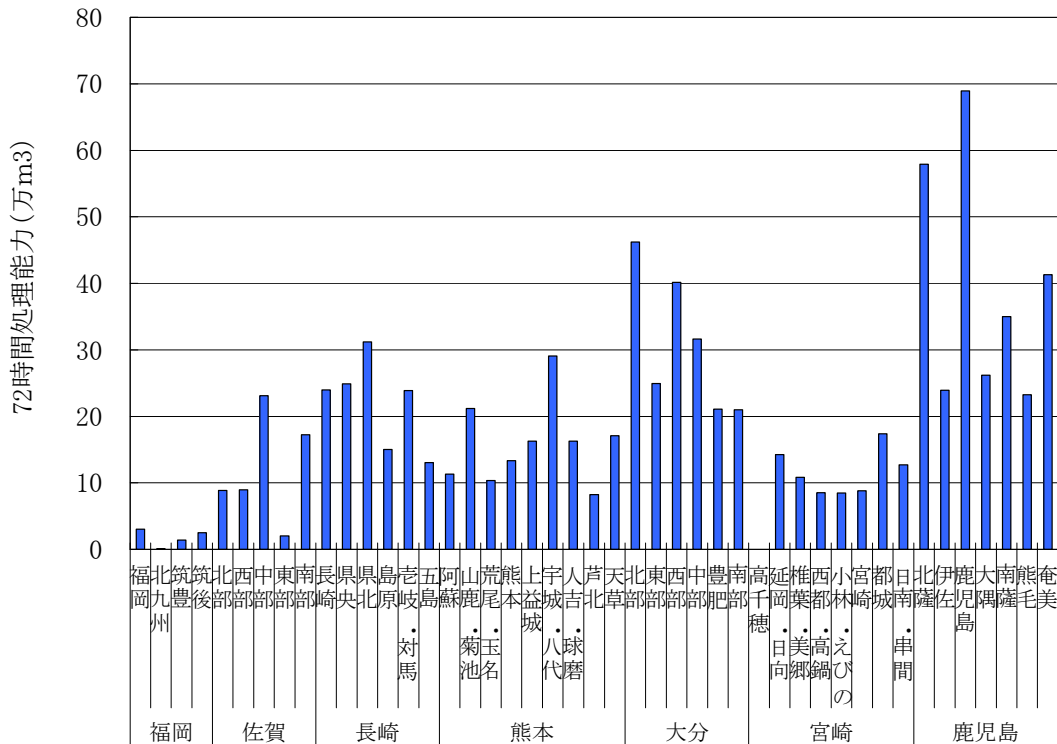


図-2 県・地域単位での建設機械の対応可能土工量の算定結果

量がばらついていることがわかる。

一方で、既存調査による建設機械リース・レンタル企業における対応可能土工量は、福岡県の中心地となる福岡地域で、 $277\text{万m}^3/72\text{h}$ と極端に大きく、その次に、北九州地域で、 $175\text{万m}^3/72\text{h}$ と大きいことが判明しているが、図からわかるように、建設企業の対応可能土工量は非常に小さいことが伺える。また、一方で、長崎県の五島地域（五島列島）における建設機械リース・レンタル企業の対応可能土工量は、 $0\text{万m}^3/72\text{h}$ の値を示しており、同じ離島である壱岐・対馬地域では、 $4\text{万m}^3/72\text{h}$ と小さい値を示していた。それとは、反対に、五島地域で $13\text{万m}^3/72\text{h}$ 、壱岐・対馬地域で $24\text{万m}^3/72\text{h}$ と建設企業の対応可能土工量が高いことことから、地場の建設企業自身が建設機械を所有しており、リース・レンタルに依存していないことが判明した。

また、県別の地域間の対応可能土工量のバラツキの大きさを定量的に比較するために、県別の平均値、標準偏差、変動係数をまとめたものを表-8に示す。絶対値では鹿児島県のバラツキ（標準偏差）が $17.84\text{万m}^3/72\text{h}$ と最も大きくなっており、福岡県が $1.29\text{万m}^3/72\text{h}$ と最も小さくなっている。標準偏差の大きさは平均値の大きさに影響を受けるため、その影響を除いた変動係数で見ると、福岡・佐賀県が70%程度で最も大きくなっており、長崎県が30.7%と最も小さくなっていることから県によっては、地理的偏在があることがわかる。

表-8 県別の対応可能土工量の平均値標準偏差変動係数

県	平均値 ($\text{万m}^3/72\text{h}$)	標準偏差 ($\text{万m}^3/72\text{h}$)	変動係数 (%)
福岡	1.76	1.29	73.2
佐賀	12.04	8.21	68.2
長崎	22.01	6.76	30.7
熊本	15.92	6.32	39.7
大分	30.84	10.50	34.0
宮崎	10.14	5.17	51.0
鹿児島	39.51	17.84	45.2

5. 概ね10年に1回程度発生する災害に対する建設機械の確保状況についての考察 —平成17年宮崎県14号台風を対象として—

ここでは、宮崎県を対象として、概ね10年に1回程度発生する災害に対して、応急復旧に必要な建設機械が確保されているかを検証する。具体的には、前項までに計算した宮崎県の地域別建設機械貯存量から換算した対応可能土工量（72時間処理能力対応可能土工量）と、平成17年に発生した宮崎県の台風14号災害による被害額から換算した処理必要土工量を比較する。さらに、既存調査による建設機械リース・レンタル企業の対応可能土工量の結果もあわせて比較する。

(1) 平成17年14号台風における応急復旧で処理が必要となった土工量の推定

応急復旧において処理が必要となる土工量を、一般に公開されている災害統計資料から把握することは困難である。そこで、本復旧に掛かった費用とそれに対応する応急復旧において処理が必要となった土工量との関係（本復旧費用1単位当たりの応急復旧で処理が必要となる土工量）を、緊急時の災害対応を経験したことのある建設企業3社に対して実施したヒアリング調査の結果から計算する。

ヒアリング項目

- ・ 応急的な復旧に際しての工事内容（工種及び数量）、請求金額
- ・ 原形復旧又はそれに変わる新たな施設の建設などに要した工事金額

ヒアリング結果と原単位の計算結果を表-9に示す。

宮崎県が作成している「災害の記録」⁷⁾から入手した平成17年宮崎県14号台風による本復旧費用（公共土木施設被害額⁸⁾）に原単位「0.21m³/万円」を乗じることにより、応急復旧で処理が必要となった土工量を求めた。

(2) 処理必要土工量と対応可能土工量の比較

表-10に宮崎県台風14号災害の必要土工量と対応可能土工量の比較結果を示し、グラフ化したものを図-3に示す。平成17年に起きた宮崎県での災害を事例として地域毎に必要な土工量と対応可能土工量を示している。県下全域で見た場合では、台風14号の災害規模108万m³に対して、77万m³と災害に対応できないことがわかる。

一方、図からわかるように、地域毎に被害額の分布を見てみると高千穂地域では、34万m³の被害が発生しており、0万m³の対応可能土工量を示していることから、地域の建設企業では対応できないことは顕著である。また、椎葉、美郷地域でも30万m³の土量発生規模に対して10万m³の土量にしか対応できない状況にあることが伺える。県の中心地である宮崎地域でも同様に、建設業者の保有する建設機械だけでは、対応しきれないことがわかる。また、全地域において、20万m³に満たないレベルでの災害対応力であることから、高千穂及び椎葉・美郷地域で起こった災害規模（30万m³規模）の被害を受けた場合、どの地域においても対応できないことが判明した。

(3) 建設機械リース・レンタル業者が保有する建設機械の対応可能土工量を考慮した場合の比較

既存調査による建設機械リース・レンタル企業の対応可能土工量をあわせて比較を行った結果を図-4に示す。図からわかるように、建設企業とリース・レンタル企業が連携し、災害対応を図った場合、高千穂地域を除いた7地域では、対応することが可能となった。ただし、高

表-9 原単位計算のためのヒアリング調査の概要

建設企業	本復旧費用 (万円)	応急復旧で処理が必要となる土工量 (m ³)
A	4,400	950
B	6,200	1,200
C	1,100	340
平均値	3,900	830
原単位（本復旧費用1単位当たりの応急復旧で処理が必要となる土工量）：830m ³ /3,900=0.21m ³ /万円		

表-10 宮崎県台風14号災害の必要土工量と対応可能土工量

地域名	平成17年台風14号災害被害額 (億円)	被害額から換算した必要土工量 (万m ³)	建設機械賦存量から換算した対応可能土工量 (万m ³)
高千穂	163	34	0
延岡・日向	48	10	14
椎葉・美郷	141	30	10
西都・高鍋	36	8	8
小林・えびの	11	2	8
宮崎	54	11	8
都城	18	4	17
日南・串間	42	9	12
合計	513	108	77

単位:万m³

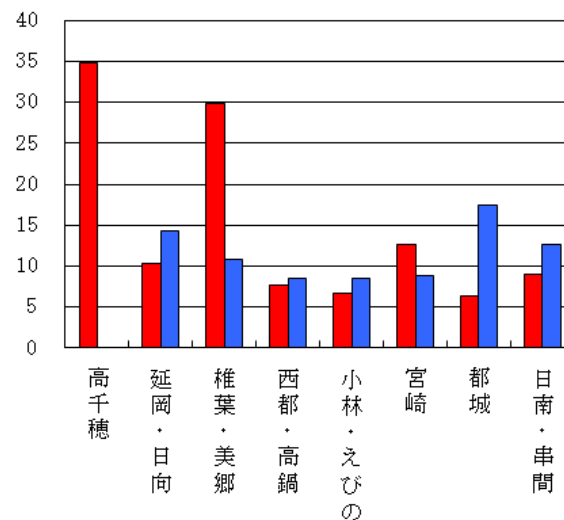


図-3 宮崎県台風14号災害の必要量と対応可能土工量との比較（地場建設企業単独による災害対応力）

千穂地域では、16万 m^3 と必要土工量より低く、災害対応は困難な状態にある。また、椎葉・美郷地域、小林・えびの地域、日南・串間地域の3地域に関しては、対応可能な土工量は30万 m^3 近傍で分布していることから、高千穂地域で起こった災害規模（34万 m^3 ）の被害を受けた場合、十分な災害対応をできないことが判明した。よって、応急復旧に必要なとなる建設機械の必要量に対する災害対応力（対応可能土工量）には地理的な偏在が有る。また、建設機械が確保できていない地域は、少子高齢化や雇用問題等により人口減少とともに過疎化が進行している地域であり、高齢化や過疎化に伴い低下しつつある地域の防災力、ここでは応急復旧に必要なとなる建設機械の確保という点から、県・市町村などの行政、地域の企業などの多様な主体が連携していく必要があると考えられる。

6. 結論

本研究では、九州地方の地場建設企業を対象とした、建設機械の保有台数調査に基づき、災害発生時に必要となる建設機械の対応可能土工量の地理的分布を県・地域単位で把握し、それらの賦存量及び地理的偏在の状況を明らかにした。さらに、宮崎県で平成17年9月4日に発生した台風14号災害を一つの事例として、実際の災害被害額を土工量に換算し、対応可能土工量と比較することで、現状の災害対応力の地理的偏在を把握することができた。地場建設企業が保有する建設機械だけでは、災害時の建設機械必要量と建設機械供給量（対応可能土工量）に大きな乖離が発生している地域によっては、災害時の早期対応は非常に困難である。また、建設機械の賦存量が都市的地域に偏っており、中山間地域への対応が必要となる。よって、災害復旧に必要な建設機械が不足する地域においては、リース・レンタル業者の保有する建設機械でその不足分を補うことが有効であると考えられる。また、建設企業自体が被災し保有する建設機械を使用することができなくなる可能性があるため、リース・レンタル業者の保有する建設機械の役割は大きいと考えられる。さらには、現状の災害協定を締結している建設業協会会員企業以外の建設企業とも連携し対応を図ることで災害対応力を強化する必要があると考えられる。

以上のことから、建設機械の賦存量が災害外力により規定されているのではなく、建設工事の発注量など平常時の経済的な要因等の地域事情により規定されていることと推定される。そのギャップが顕在化しており、そのような地域では平常時での建設機械の賦存量が小さいことから、他地域との機材共有や地域間での支援協定に基づく対応が必要になると考えられる。また、地場建設企業が衰退し、経営が困難にある現状、建設機械の手放し、人材の雇用確保等、その存続が危ぶまれる状況において、

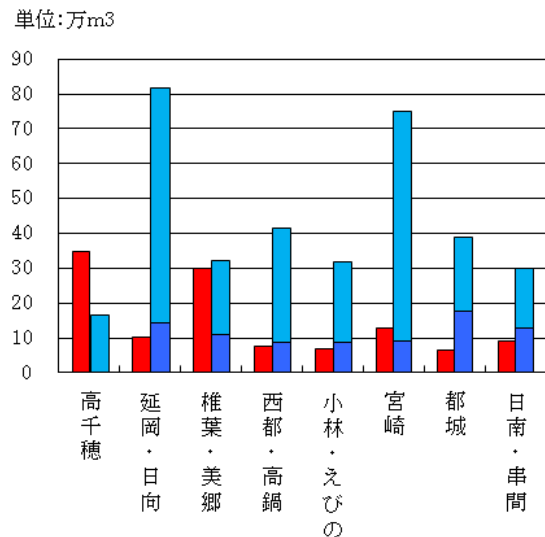


図4 宮崎県台風14号災害の必要量と対応可能土工量との比較（地場建設企業と建設機械リース・レンタル企業の連携による災害対応力）

平常時から建設企業を存続させるための対策が必要である。現在、国土交通省四国地方整備局では、地域における防災力の維持並びに中山間地域に精通した優良な地元企業の健全な育成を促進することを目的に「地域防災力（地元企業）活用審査型総合評価落札方式」を試行している。また、同省関東地方整備局は、大規模災害時の復旧・復興支援や除雪、地域インフラの維持管理などに役立つ建設機械を保有する企業の割合を高めるために、総合評価方式で建設機械を自社保有している企業が有利になる新たな評価制度の検討に入ると発表している。市町村や各自治体においても、独自の地域防災力を評価する入札手法を提示、試行するなど入札システムにも防災力向上に向けた対策を講じている。九州地方においても、これらの手法を参考として、自然災害に対する地域防災力を向上させるために積極的に取り組むべきである。

7. 今後の研究課題

- 1) 公共土木施設被害額と災害応急復旧において処理が必要となる土量の関係（推定式）を、平成24年7月に起きた九州北部豪雨のような大規模な災害応急復旧等の最新の情報により検討する。
- 2) 建設企業の技術者や技能者についても賦存量調査を行うことで、九州地方における地域単位での災害対応力の現状を的確に把握する。

謝辞：本研究は、文部科学省のグリーン・ネットワーク・オブ・エクセレンス（GRENE）事業環境分野「環境情報技術を用いたレジリエントな国土のデザイン」、（一社）九州地方計画協会より研究開発助成事業の一環として実施したものである。また、災害対応建設機械等の調査においては、国土交通省九州地方整備局ならびに九州各県の建設業協会及びその各支部のご協力を頂いた。ここに厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 田中徹政,加知範康,塚原健一：「地域の被災後の応急復旧力に着目した九州地方における建設機械の賦存量に関する考察」建設マネジメント研究論文集,Vol.69,No.4
- 2) 和歌山県：災害対応重機の所有基準 http://www.pref.wakayama.lg.jp/prefg/081100/shinsa/kitei/kijun_juki.pdf (2012.6.18 閲覧)
- 3) 国土交通省九州地方整備局：建設機械動向調査提供資料、平成 21 年度
- 4) 下記のホームページ (2012.11.11 閲覧)
福岡県：
http://www.pref.fukuoka.lg.jp/soshiki/desaki_chiiki.html
佐賀県：
<http://www.pref.saga.lg.jp/web/var/rev0/0007/6682/kihonhousin1.pdf>

- 長崎県：
<http://www.pref.nagasaki.jp/chiikigaiyo/2010/07/tiikiseisaku.pdf>
熊本県：
http://www.pref.kumamoto.jp/uploaded/life/1028106_1043196_misc.pdf
宮崎県：<http://www.jma-net.go.jp/miyazaki/map.html>
大分県：<http://www.pref.oita.jp/>
鹿児島県：<http://www.pref.kagoshima.jp/ac06/kurashikankyo/chiiki/kaso/documents/kasotiikikubun.pdf>
- 5) 飯開輝久雄：大震災発生後の生死を分ける「黄金の72時間」とコミュニティ
<http://www.cps.kumamoto-u.ac.jp/seisakusozo/seisaku/pdf> (2013.3.4 閲覧)
 - 6) 財団法人建設物価調査会：土木工事の実行予算と施工計画、pp.42-47、2010.4.8.
 - 7) 九州各県：災害の記録、災害年俵の提供資料（平成15年～平成23年分）
 - 8) 国土交通省：公共土木施設災害復旧事業費国庫負担法
http://www.mlit.go.jp/river/hourei_tsutatsu/bousai/gaiyou/houritu/hutanhou.html (2012.10.9 閲覧)

(2014.4.25 受付)