

---

第 **1** 部

---

高まる災害リスクと  
廃棄物問題

---



# 第 1 章

## 地球温暖化に伴う 異常気象と災害廃棄物

島岡隆行

九州大学大学院工学研究院教授

# 1

## 主な自然災害とその気象的要因

まず始めに、災害の分類と定義について触れることにする。我が国の防災行政でとらえられている災害分類を表1-1に示している<sup>1)</sup>。災害は、自然災害(天災)と人為災害(人災)に大別され、本書では自然現象に伴う災害(自然災害)を取り扱う。災害対策基本法では災害を、「暴風、豪雨、豪雪、洪水、高潮、地震、津波、噴火その他の異常な自然現象又は大規模な火事若しくは爆発その他その及ぼす被害の程度においてこれらに類する政令で定める原因により生じる被害」(第2条第1号)と定義している。

表1-2は、理科年表に掲載されている1920年から2008年までの主な災害<sup>2)</sup>を集計したものである。1990年代は、台風、水害、その他の自然災害ともに過去最大の発生件数を示し、大雨の件数が著しく増加している。2000年代においても、2008年までの記録ではあるが、1990年代以前の件数と同等、またはそれ以上となっており、1990年以降、自然災害の発生は増加しているようである。

表1-3には近年の大規模地震(マグニチュード6以上の規模)を示す。地震は地球温暖化とは関連のない災害であるが、三陸沖から房総沖にかけての地震や南海トラフ地震などの発生確率は高まっている<sup>3)</sup>。三陸沖北部(M7.1~7.6)や茨城県沖(M6.8程度)では30年以内の地震発生確率が90%程度、宮城県沖(M7.5前後)では98%となっている。同じく、南海地震(M8.4前後)は約40%、東南海地震(M8.1前後)が約50%の地震発生確率と予測されている。1995年に発生した兵庫県南部地震(阪神・淡路大震災)においては、実に約25万棟の家屋が崩壊している。地震によって多くの家屋が破壊され、道路、橋梁、ごみ・し尿処理施設などのインフラストラクチャーも被害を受けることから、災害廃棄物の視点からも地震予知、地震の発生確率の動向を的確に把握しておくことは大切である。

表 1-1 日本の災害分類

1. 自然災害 (天災)	
1-1 気象災害	風災、降雨災害、雪害、酷寒災害、酷暑災害、霜害、雹害、雷害、霧害、湿害
1-2 地変災害	震害、火山災害、地滑り災害
1-3 動物災害	病原菌 (伝染病・風土病)、虫害、鳥害、貝害、獣害
2. 人為災害 (人災)	
2-1 都市公害	大気汚染、水質汚濁、騒音、振動、汚物・悪臭、地盤沈下、火災
2-2 産業災害	工場災害、鉱山災害、土建現場災害、職業病・労働災害、放射線障害
2-3 交通災害	陸上交通災害、飛行機事故、船舶災害 (火災・衝突・海難)
2-4 戦争災害	
2-5 管理災害	調査粗漏による災害、設計・計画のずさんによる災害、施工の劣悪による災害、管理の不備・怠慢による災害、行政処置の不当による災害、流言飛語による災害、予報警報の間違ひによる災害、その他人間の英知の不測による災害

出典 大矢根淳「社会学的災害の一視点——被災生活の連続性と災害文化の具現化」『年報社会学論集』141頁、第5号、1992年

表 1-2 過去の主な災害

年代	台風	大雨	その他 <sup>注1</sup>	小計	地震 <sup>注2</sup>	合計
1920	1	0	0	1	1	2
1930	8	4	5	17	1	18
1940	13	3	5	21	5	26
1950	23	13	13	49	0	49
1960	18	12	9	39	3	42
1970	14	10	9	33	3	36
1980	13	10	19	42	3	45
1990	28	23	26	77	1	78
2000~2008	22	19	22	63	6	69

注1 台風、大雨を除く災害で、強風、竜巻、干害、酷暑、冷害、大雪、雪崩、雪害、大火、赤潮など

2 マグニチュード6以上とした。

3 理科年表に掲載されていた主な災害を集計するとともに、大規模地震を加えた。

出典 国立天文台編『理科年表 平成21年』丸善、328~350頁、2008年

表 1-3 主な大規模地震と被害状況

発生年月日	地震名	規模	被害状況
1923年9月1日	関東大震災	M7.9	死者・行方不明者 142,800人 家屋全壊 128,266棟, 半壊 126,233棟, 焼失 447,128棟
1933年3月3日	三陸地震津波	M8.1	死者 1,522人, 行方不明者 1,542人, 負傷者 12,053人 家屋全壊 7,009棟, 流出 4,885棟, 浸水 4,147棟, 焼失 294棟
1943年9月10日	鳥取地震	M7.2	死者 1,083人 家屋全壊 7,485棟, 半壊 6,185棟, 焼失 251棟
1944年12月7日	東南海地震	M8.0	死者・行方不明者 1,223人 家屋全壊 17,599棟, 半壊 36,520棟, 流失 3,129棟 (津波)
1945年1月13日	三河地震	M6.8	死者 1,180人, 行方不明者 1,126人, 負傷者 3,866人 家屋全壊 7,221棟, 半壊 16,555棟, 全焼 2棟, 半焼 3棟, その他 24,311棟
1948年6月28日	福井地震	M7.1	死者・行方不明者 3,769人, 負傷者 22,203人 家屋全壊 36,184棟, 半壊 11,816棟, 焼失 3,851棟
1960年5月23日	チリ地震津波	M8.5	死亡 142人 家屋全壊 1,500棟余, 半壊 2,000棟余
1964年6月16日	新潟地震	M7.5	死者 26人 家屋全壊 1,960棟, 半壊 6,640棟, 浸水 15,298棟
1968年5月16日	十勝沖地震	M7.9	死者 52人, 負傷者 330人 家屋全壊 673棟, 半壊 3,004棟, 一部損壊 15,697棟
1974年5月9日	伊豆半島沖地震	M6.9	死者 30人, 負傷者 102人 家屋全壊 134棟, 一部損壊 240棟, 全焼 5棟
1978年1月14日	伊豆大島近海地震	M7.0	死者 23人, 行方不明者 2人, 負傷者 211人 家屋全壊 96棟, 半壊 616棟
1978年6月12日	宮城県沖地震	M7.4	死者 28人, 負傷者 1,325人 家屋全壊 1,183棟, 半壊 5,574棟
1982年3月21日	浦河沖地震	M7.1	負傷者 167人 家屋全壊 13棟, 半壊 28棟, 一部損壊 675棟, その他 22棟
1983年5月26日	日本海中部地震	M7.7	死者 104人 家屋全壊 934棟, 半壊 2,115棟, 一部損壊 3,258棟, 流失 52棟, 浸水 214棟, その他 2,582棟
1984年9月14日	長野県西部地震	M6.8	死者 14人, 行方不明者 15人, 負傷者 10人 家屋全壊 14棟, 半壊 73棟, 一部損壊 517棟
1993年7月12日	北海道南西沖地震	M7.8	死者 201人, 行方不明者 29人, 負傷者 323人 家屋全壊 601棟, 半壊 408棟, 一部損壊 5,490棟, 焼失 192棟, 浸水 455棟, その他 735棟
1995年1月17日	兵庫県南部地震	M7.3	死者 6,434人, 行方不明者 3人, 負傷者 40,071人 家屋全壊 104,906棟, 半壊 144,274棟, 一部破損 390,506棟, 焼失 7,534棟
2000年10月6日	鳥取県西部地震	M7.3	負傷者 182人 家屋全壊 435棟, 半壊 3,101棟, 一部破損 18,544棟, その他 3,197棟
2001年3月24日	芸予地震	M6.7	死者 2人, 重傷者 43人, 軽傷者 245人 家屋全壊 70棟, 半壊 774棟, 一部損壊 49,223棟
2003年7月26日	宮城県北部地震	M6.4	負傷者 649人 家屋全壊 489棟, 半壊 1,231棟
2003年9月26日	十勝沖地震	M8.0	死者 1人, 行方不明 1人, 負傷者 849人 家屋全壊 116棟, 半壊 368棟
2004年10月23日	新潟県中越地震	M6.8	死者 68人, 負傷者 4,805人 家屋全壊 3,175棟, 半壊 13,808棟, 一部損壊 103,854棟
2005年3月20日	福岡県西方沖地震	M7.0	死者 1人, 重傷者 76人, 軽傷者 1,011人 家屋全壊 133棟, 半壊 244棟, 一部損壊 8,620棟 (2005年5月12日時点)
2007年3月25日	能登半島地震	M6.9	死者 1人, 負傷者 341人 家屋全壊 638棟, 半壊 1,563棟, 一部損壊 13,553棟
2007年7月16日	新潟県中越沖地震	M6.8	死者 11人, 負傷者 2,343人 家屋全壊 1,244棟, 半壊 5,241棟, 一部損壊 34,277棟

資料 文部科学省地震調査研究推進本部

## 2

## 地球温暖化と多発する自然災害因

気候変動に関する政府間パネル（IPCC）は、地球温暖化に関する報告書であるIPCC第4次評価報告書（AR4）を作成し、2007年2月より順次公開している。報告書は第Ⅰ～Ⅲ作業部会（WG1～WG3）の報告からなっており、物理科学的根拠（WG1）、影響・適応・脆弱性（WG2）、緩和策（WG3）について述べている。WG1では、観測事実やシミュレーションの多くの結果に基づき、人間による化石燃料の使用が地球温暖化の主因と考えられ、自然要因だけでは説明がつかないことを指摘している。WG2では、将来の影響に関する現時点での知見として、①水資源の大幅な増減・雪解け水の減少、②<sup>かんぼつ</sup>早魃の影響の増大・豪雨の増加・洪水の危険性の増大を指摘している。また、2007年11月に開催されたIPCCの総会では統合報告書が採択され、3つの作業部会による報告を踏まえ、以下の点を強調している。

- ・気候変化はあらゆる場所において、発展に対する深刻な脅威であること
- ・地球温暖化を疑っているときではなく、我々を取り巻く気候システムの温暖化は決定的に明確であり、人類の活動が直接的に関与していること
- ・現在進行している地球温暖化の動きを遅らせ、さらに逆転させることは、我々の世代のみが可能な挑戦であること

温暖化による気温上昇が、災害をもたらす台風や大雨の発生にどのような影響をもたらすのかをみてみよう<sup>4)5)</sup>。

人間の活発な活動により、二酸化炭素、メタンなどの温室効果ガスが増加し地球温暖化を招いている。地球の温暖化に伴って気温が上昇することによって、対流圏中の水蒸気量も増加する。この水蒸気も重要な温室効果ガスの1つであり、一層の温暖化を強めることになる。大気中に存在できる水蒸気の質量である飽和水蒸気量は、気温が高いほど多くなり、しかも温度の上昇に伴い急激に増加する。

全球的には、温室効果ガスの増加で対流圏が放射的に冷える効果と降水により潜熱が解放されて温まる効果が相殺されることから、気温上昇1℃当たりの降水量（平均降水量）の増加は1～2%と見積もられている<sup>6)</sup>。しかし、

局地的には、降水量は絶対湿度そのものの影響を受け、相対蒸気圧と温度の関係から気温1℃の上昇当たり7%程度まで増加すると見積もられている<sup>7)</sup>。このように、地球温暖化は平均降水量を増加させるとともに、局所的な大雨の発生をもたらす。日本など東アジアにおける観測データの解析からは、相対的に強い降水の占める割合が増大し、弱い降水の割合が減少している傾向が認められており、地球温暖化は無降水あるいは少雨の期間の増加も同時に引き起こすことになる<sup>8)</sup>。つまり、地球温暖化によって雨期と乾期が鮮明となり、大雨が増加し、ゲリラ的な集中豪雨による水害が発生するとともに、干害などの災害が多発することを意味している。

世界中にある約20のグループが、それぞれ特徴のある気候モデルを構築し、気候変動研究や気候変化予測研究を行っている。排出シナリオに関する特別報告 (SRES)<sup>9)</sup> では、将来の経済活動にいくつものシナリオを考慮し、2100年までの二酸化炭素排出量や大気中の二酸化炭素濃度の推移を推定している。

図1-1は、2100年に二酸化炭素が720ppmに上昇するとした高二酸化炭素排出シナリオ (SRES A1B) での全球年平均降水量偏差を示したものである<sup>10)</sup>。どの気候モデルも降水量は増加する予測結果となっており、現在に比べて4.1%増加するとしている。図1-2は、同じシナリオ (SRES A1B) で得られた日本の夏季の豪雨日数の変化を示したものである<sup>11)</sup>。日降雨量が100mmを越える日数が、2040年以降増加する結果が得られている。

図1-1 19の気候モデルによる全球年平均降水量偏差

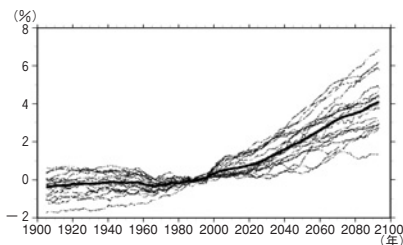
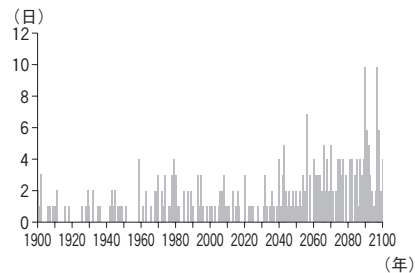


図1-2 日本の夏季の豪雨日数の変化



出典 鬼頭昭雄「特集：気候変化研究の最前線 ((2) 日本、世界の気候変動の現状と予測、2) モデルによる将来の気候変化予測)』『エネルギー・資源』第27巻第2号、19～23頁、2006年

資料 国立環境研究所



日本では気象庁気象研究所などが、大気モデルとしては世界最高解像度で、台風も再現できる超高分解能大気モデルを開発し、地球シミュレータを用いて21世紀末の気候変化予測計算を行っている。最大風速が毎秒45mを越えるような非常に強い熱帯低気圧は温暖化によって出現数が増加する結果を得ている。また、温暖化によって日本全域で梅雨期の降水量は10%増加し、地域別では九州地方で30%増加するとしている。また、豪雨の頻度の増加率は九州地方で70%増加し、平均降水量の増加率よりも大きく、温暖化により大雨が顕著となる傾向を得ている。

## 3

### 災害と廃棄物問題

#### (1) 災害廃棄物とは

廃棄物処理法（廃棄物の処理及び清掃に関する法律）では、廃棄物を産業廃棄物とそれ以外の一般廃棄物に分類している。災害廃棄物については、廃棄物処理法において明確な定義づけはなされておらず、自然災害に伴い発生した不要になったもの（廃棄物）を意味する。災害時には、産業廃棄物と一般廃棄物が混在して発生し、緊急な復興を要する中でその区別や分別は不可能である。災害廃棄物はその発生源により、主に以下のように分類される。

- ・被災家屋から発生する不要となったもの
- ・家屋の損壊、または解体に伴って発生するもの
- ・避難生活において発生する生活ごみやし尿
- ・道路、橋梁などの社会資本の損壊に伴い発生するもの
- ・斜面崩壊、倒木などの自然物に由来するもの

上述した災害廃棄物の中でも、廃棄物処理法第22条「国は、政令で定めるところにより、市町村に対し、災害その他の事由により特に必要となった廃棄物の処理を行うために要する費用の一部を補助することができる」という

規定に基づいて、市町村の廃棄物処理事業として国庫補助対象になる廃棄物を狭義の災害廃棄物と定義づけることもできる。

## (2) 災害廃棄物は潜在廃棄物

高度経済成長時代に、関西地方の都市を上空から眺めた末石富太郎氏は、「これはみなごみだ」と直観されたと著書の中で述べておられる<sup>12)</sup>。「廃棄物めがね」をかけると身の回りに存在するありとあらゆるものが将来の廃棄物として見えてしまうことも述べられている。日用品、耐久消費財、建造物には寿命があり、必ずや廃棄物となるのである。阪神・淡路大震災では、数十秒間の地震によって2000万トンにも及ぶ膨大な災害廃棄物(写真1-1、写真1-2)が発生し、末石富太郎氏の直観は現実のものとなった。

図1-3は、我が国における物質フローを示す<sup>13)</sup>。2005年度における総物質投入量(入口)は18億7400万トンであり、「出口」は多いものの順に、蓄積純増(8億1700万トン)、廃棄物などの発生(5億7900万トン)、エネルギー消費および工業プロセスの排出(4億9800万トン)、循環利用(2億2800万トン)、輸出(1億5900万トン)、食料消費(9500万トン)、施肥(1500万トン)となっている。注目すべきは、耐久消費財、建築物、社会インフラなどの形で蓄積される蓄積純増量が最も多く、総物質投入量の43.6%を占めていることである。これらの量は単年度のデータであることを考えると、毎年、毎年、8億

写真1-1 淡路島における破損家屋



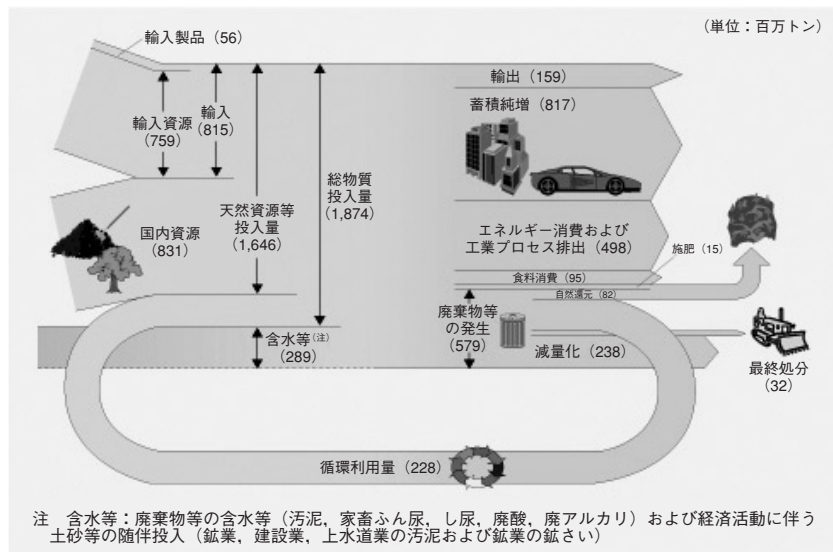
資料 著者撮影

写真1-2 神戸市埋立地における災害廃棄物の搬入状況



資料 著者撮影

図 1-3 我が国における物質フロー



出典 環境省編『環境・循環型社会白書 平成20年版』日経印刷，63頁，2008年

トンを超える膨大な物質が蓄積されていることになる。寿命を迎えたなどの理由で解体された建築物や社会インフラは、循環資源として再利用されるか、または最終処分される。

このような社会経済活動を営んでいる我が国において、自然災害の発生により建築物や社会インフラは損壊し、寿命を迎えることなく、一瞬にして廃棄物（災害廃棄物）へと姿を変えるのである。繰り返しになるが、我々の身の回りの日常品、耐久消費財、建造物などは、潜在廃棄物として存在していることを認識しておかなければならない。しかも、災害の規模によっては、発生する災害廃棄物の量が平年の廃棄物排出量に匹敵する場合もあることも認識しておかなければならない。阪神・淡路大震災を例にあげると、災害廃棄物量1958万トン<sup>14)</sup>という、我が国の一般廃棄物発生量5160万トン（1998年度）の約40%，また兵庫県下の一般廃棄物発生量282万3000トン（1998年度）の約7年分に相当する膨大な廃棄物が発生している。

首都圏を対象に、災害廃棄物の発生量を試算した例を紹介する<sup>15)</sup>。相模湾

を震源地とする南関東地震を対象とし、首都圏で過去最大の被害をもたらした関東大震災と同規模の地震を想定し、東京都、神奈川県、埼玉県からの災害廃棄物の発生量が求められている。各都県市が設定している災害廃棄物の原単位に、災害棟数とその床面積から算出したものである。表1-4には、計算に用いられた東京都が設定していた原単位を示している。その結果、震源に近い神奈川県が5554万トン、次いで東京都が2135万トン、埼玉県が349万トンとなっており、1都2県の合計は8038万トンに達するとしている。また、表1-5には、八都県市廃棄物問題検討委員会による首都圏の7都県市における震災廃棄物の発生量の算出量を示しており、その量は9602万トン<sup>16)</sup>と阪神・淡路大震災の約4.9倍という大きな発生量になっている。

試算されている災害廃棄物の発生量は膨大であるが、実感として分かりにくい。表1-4に示す発生原単位を見てみると木造の1棟当たり29.31トンの廃木材やコンクリートがらが発生するとしている。我が国の一般廃棄物の原

表1-4 災害廃棄物発生量の原単位（東京都）

(単位：トン/棟)

廃棄物種別		廃木材	コンクリートがら	金属くず	その他	合計
倒壊	木造 (93.7m <sup>2</sup> )	7.15	7.91	0.73	13.52	29.31
	RC構造 (212.28m <sup>2</sup> )	4.03	217.80	8.28	0.59	230.70
	S造 (244.8m <sup>2</sup> )	49.94	138.51	6.61	0.80	195.86
焼失	(93.7m <sup>2</sup> )	0.03	7.91	0.73	11.15	19.82

注 ( ) 内は、1棟当たりの床面積

表1-5 首都圏7都県市からのがれき発生量

(単位：千トン)

		埼玉県	千葉県	東京都	神奈川県	7都県市 <sup>注</sup>
可燃物系	木質系	587	—	1,454	3,928	—
	その他	—	—	—	3,085	—
	小計	587	2,712	1,454	7,013	11,766
不燃物系	コンクリートがら	2,765	—	10,301	34,095	—
	金属くず	139	—	732	3,612	—
	その他	—	—	8,864	10,820	—
	小計	2,904	12,928	19,897	48,527	84,256
合計		3,491	15,640	21,351	55,540	96,022

注 埼玉県、千葉県、千葉市、東京都、神奈川県、横浜市、川崎市

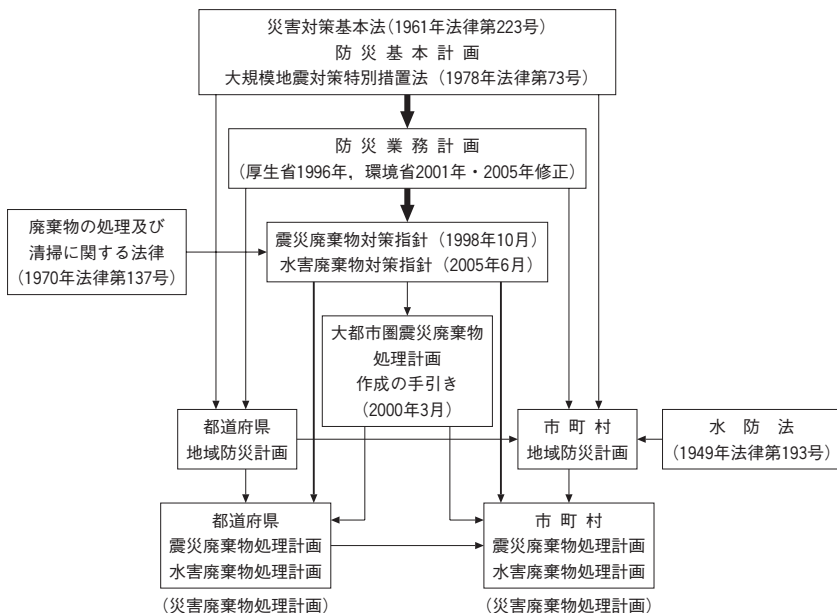
単位を1.1kg/人・日とすると、木造1棟当たりの災害廃棄物量は、73年分の一般廃棄物量に相当する。一人の人間が、一生涯に排出し続ける廃棄物量にほぼ相当することになる。地震をはじめとする自然災害によって発生する災害廃棄物は、まさに潜在廃棄物なのである。

## 4 防災体制の整備と災害廃棄物の発生状況

### (1) 災害に関する法律と災害廃棄物処理計画

図1-4は、災害廃棄物に関連する法律と処理計画の位置づけを整理したものである<sup>17)18)</sup>。災害対策基本法に基づき、中央防災会議は、我が国の災害対

図1-4 災害廃棄物に関する法律と処理計画の位置づけ



策の根幹をなし、防災分野の最上位計画である「防災基本計画」を作成する。この防災基本計画に基づき、指定行政機関である環境省では「防災業務計画」を、地方公共団体は「地域防災計画」を作成しているところである。さらに、環境省は「震災廃棄物対策指針」「水害廃棄物対策指針」（巻末資料参照）を災害廃棄物の処理を担う市町村に示し、災害廃棄物処理計画の策定等、災害廃棄物の処理に係る防災体制の整備を促している。

震災廃棄物対策指針および水害廃棄物対策指針では、①廃棄物処理に係る防災体制の整備 [事前対策]：一般廃棄物処理施設の耐震化・浸水対策、災害時応急体制の整備（相互協力体制、し尿処理体制、緊急出動体制、一般廃棄物処理施設の補修体制など）、災害廃棄物の処理・処分計画の作成（災害廃棄物の収集運搬計画、がれき等の発生量の推計、仮置場の確保と配置計画、がれき等の処理・処分計画の作成、有害廃棄物対策、都道府県等の支援、住民への啓発・広報など）、②災害発生時における災害応急対策 [初動対策]：被災地の状況把握、災害による廃棄物の処理、仮設トイレ等のし尿処理、生活ごみやがれき等の処理、③災害復旧と復興対策 [復興対策]：一般廃棄物処理施設の復旧、災害廃棄物の処理、についての指針が示されている。

阪神・淡路大震災後、災害を未然に防ぐ「防災」には限りがあるとの認識から、被害の発生を想定した上で、災害に伴い発生する被害を低減させるとするための取り組み、つまり「減災」が唱えられている。廃棄物処理施設の耐震化や浸水対策など、個別に対策を打てるものについては、被害を回避するための事前の対策（防災）が有効に機能する。しかし、災害に伴う廃棄物処理に係る多くのことの防災は困難であり、災害廃棄物の発生量の予測やその処理方法を定める実行性ある処理計画を策定し、日頃から減災に努めることが重要である。環境省は市町村に対して、震災廃棄物処理計画および水害廃棄物処理計画の策定を促しているが、2007年4月時点でそれぞれ50%と44%程度<sup>19)</sup>であり、災害廃棄物の防災および減災体制の整備が急がれる。

## (2) 災害廃棄物の発生状況

表1-6は、災害の種類別にみた災害廃棄物の特徴を示している<sup>20)</sup>。災害廃

表 1-6 災害の種類別にみた災害廃棄物の特徴

災害廃棄物の種類	震災廃棄物	水害廃棄物
発生状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>・突発的かつ大量に発生する。</li> <li>・排出は、短い期間に集中して行われる。</li> <li>・重機による解体作業となる。</li> <li>・耐震性の弱い建造物が被害を受けやすく、被災建造物が点在する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・突発的かつ大量に発生する。</li> <li>・排出は、被災直後一斉に、家屋前の路地等に行われる。</li> <li>・河川決壊など低地部に被害が集中する。</li> </ul>
廃棄物の特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>・損壊家屋の解体廃棄物と家財等になる。</li> <li>・解体作業の管理により分別が期待できる（拙速な片付けはミンチ解体を助長する）。</li> <li>・コンクリートがら、木くずが多い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・床上・床下浸水による家財が多い。</li> <li>・発現場での分別は困難。</li> <li>・流入した土砂が多く付着し、水分を多く含み、腐敗しやすい。</li> </ul>

出典 石橋稔・加藤隆也・日高正人「特集：災害時における廃棄物対策（災害廃棄物処理に関する現状と今後の課題）」『都市清掃』第61巻第281号，52～59頁，2008年

廃棄物の排出特性として、震災、水害によらず、日常排出される一般廃棄物に比べて量が膨大であり、しかも短期間に発生すること、また種々雑多な廃棄物が、ときとして泥状となった土砂等も含めて混在として排出されることがあげられる。震災廃棄物と水害廃棄物の大きな相違は、震災においては家屋損壊数が多いことからがれき類（コンクリート類，木くず類）が大量であること、水害廃棄物では家財などの家屋内から発生する廃棄物が多く、しかも水分を多く含み、土砂等の付着が見られるところに特徴を有する。これら災害廃棄物の性状の相違は、収集、運搬、処理方法に大きな影響を及ぼすことになる。

災害廃棄物の時系列的な排出およびフローについては、建造物の倒壊による道路上の災害廃棄物は、緊急車両や緊急物資車両等の走行の妨げとなり、また交通渋滞を引き起こすことから、災害発生直後に搬出されることになる。次に、倒壊等によって二次災害の危険性のある家屋の解体に伴い発生する廃棄物が排出される。排出された災害廃棄物は、一時的な集積所である仮置場に、各被災現場から搬入される。計画的な損壊家屋の解体と排出が望まれるが、復興を急ぐあまりに無秩序な排出となりがちである。生活ごみやし尿は、災害にかかわらず排出される。ライフラインが復旧していない状況下においては、生活ごみにカセットボンベが混入するなど、平常時とは大きくごみ質が変化することにも留意しなければならない。

災害廃棄物の処理形態について、石橋らは考察を加えている<sup>21)</sup>。災害廃棄

表 1-7 主な震災・水害における被害状況と災害廃棄物の発生量

名称		阪神・淡路大震災	新潟県中越地震	能登半島地震	新潟県中越沖地震
発生日月		1995年1月17日	2004年10月23日	2007年3月25日	2007年7月16日
規模	地震の規模 (マグニチュード)	7.3	6.8	6.9	6.8
	最大震度	7	7	6強	6強
主な被災地域		神戸市、西宮市、淡路島	長岡市、旧山古志村、小千谷市	輪島市、七尾市、志賀町	柏崎市、刈羽村
人的被害		死者 6,434人 行方不明者 3人	死者 68人 負傷者 4,805人	死者 1人 負傷者 341人	死者 11人 負傷者 2,343人
被害状況		家屋全壊 104,906棟 半壊 144,274棟 一部損壊 390,506棟 合計 639,686棟 焼失 7,534棟	家屋全壊 3,157棟 半壊 13,808棟 一部損壊 103,854棟 合計 120,837棟	家屋全壊 638棟 半壊 1,563棟 一部損壊 13,553棟 合計 15,754棟	家屋全壊 1,244棟 半壊 5,241棟 一部損壊 34,277棟 合計 40,762棟
災害廃棄物量		総計 約2,000万トン	494,979トン	石川県 430,963トン	360,228トン (2008年9月現在)
廃棄物量(2006年度)		兵庫県 2,510,000トン	新潟県 1,121,000トン	石川県 497,000トン	新潟県 1,121,000トン

名称		東海豪雨	新潟・福島豪雨	福井豪雨	台風23号
発生日月		2000年9月8～17日	2004年7月12～14日	2004年7月17～18日	2004年10月18～21日
気象・被害概況		停滞前線、台風14・15・17号 名古屋市・日降水量 428mm 新川河川決壊 避難勧告 579,451人	梅雨前線 栃尾市・総雨量 427mm 信濃川水系・刈谷田川等決壊 避難勧告 24,669世帯	梅雨前線 美山町・時間雨量 96mm 九頭竜川水系・足羽川等決壊 避難勧告 121,681世帯	前線、台風23号 四国地方、大分県総雨量 500mm超 避難勧告 804,506人
主な被災地域		名古屋市、西枇杷島町	三条市、見附市	福井市、美山町	京都府、兵庫県(豊岡市)、香川県、岐阜県
人的被害		死者 10人 負傷者 115人	死者 16人 負傷者 4人	死者 4人 行方不明者 1人 負傷者 19人	死者 95人 行方不明者 3人 負傷者 555人
被害状況		床上浸水 22,894棟 床下浸水 46,943棟 合計 69,837棟 家屋損壊 312棟	床上浸水 2,149棟 床下浸水 6,208棟 合計 8,357棟 家屋損壊 5,448棟	床上浸水 4,052棟 床下浸水 9,674棟 合計 13,726棟 家屋損壊 201棟	床上浸水 14,323棟 床下浸水 41,132棟 合計 55,455棟 家屋損壊 19,640棟
災害廃棄物量		愛知県 81,400トン	三条市、見附市、中ノ島町 56,289トン	福井市 19,000トン	兵庫県 67,391トン 京都府 約30,000トン 香川県 24,000トン超
廃棄物量(2006年度)		愛知県 2,943,000トン	新潟県 1,121,000トン	福井県 319,000トン	兵庫県 2,510,000トン

注 原本に、被災自治体にヒアリングの上、著者が一部、データを更新する。

出典 丸山雅司「新潟県中越沖地震における災害廃棄物の処理について」『生活と環境』第53巻第3号、21頁、2008年



物の処理形態を、2種類に類型化している。発生した災害廃棄物にあまり手を加えず、発生現場から既設の中間処理施設や最終処分場にそのまま廃棄物を移動させるケースと、発生現場や仮集積場などでなるべく分別作業を取り入れ、リサイクルや焼却処理の比率を上げ、最終処分量を減じることに努めるケースの2分類である。両ケースについての事業費を算出しており、後者は前者に比べて、仮置場における分別作業等の中間処理費用が増すものの、分別により廃棄物の運搬効率が向上し運搬関連費用が大幅に削減され、またリサイクル率や可燃物の焼却率が向上することによって外部に委託する処理量が減少するなどの理由により、総事業費は小さくなるとしている。

近年発生した主な地震・水害における被害状況と災害廃棄物の発生量を表1-7に示す<sup>22)</sup>。水害に伴い発生する災害廃棄物発生量に比べて、震災に伴い発生する災害廃棄物量が多いようである。水害に比べて震災のほうが損壊を受ける家屋数が多く、水害に伴う災害廃棄物は家財が主であるためと考えられる。新潟県中越沖地震では約50万トンの災害廃棄物が発生している。災害廃棄物の92%が解体廃棄物で、家屋等の解体に伴うコンクリートがら(51%)と廃材・木くず(25%)で全体の76%を示している<sup>23)</sup>。それに対し、福井豪雨災害においては約2万トンの災害廃棄物が発生し、その大部分が家財由来であり、可燃性ごみが74%を占めていたとしている<sup>24)</sup>。

## 5

### 急がれる災害廃棄物学の創設

阪神・淡路大震災以降の災害においては、被害状況はもちろんのこと、災害廃棄物に関する情報も記録、蓄積されつつある。その一部は、廃棄物専門誌等において災害廃棄物に関する特集記事<sup>25)26)27)28)29)</sup>により紹介されている。しかし、大規模な災害が頻発している状況にあっても、災害対応に関する知識が被災市町村、被災都道府県の担当部局あるいは担当者個人の経験知あるいは暗黙知となっていることが多く、災害対応の実践的・体系的な知見の蓄積や知識の共有化が十分といえないのが現状である。また、貴重な災害廃棄

物情報には必ずしも統一性がなく、災害間の情報の比較や解析を困難としている。このようなことから、災害廃棄物に関する統計の標準化と解析に資する情報の集積による知見の体系化が急がれる。

災害の発生とともに、被災市町村、被災都道府県は、ただちに被害状況を的確に把握し、災害廃棄物について計画的、総合的、迅速な対応を講じる必要がある。1998年には震災廃棄物対策指針、2005年には水害廃棄物対策指針が設けられ、自治体は指針に基づき震災廃棄物処理計画および水害廃棄物処理計画を策定することとなる。自治体による災害廃棄物処理計画の策定状況は、2007年4月の時点で45～50%程度と、計画そのものも十分に用意されていない状況である<sup>30)</sup>。災害復旧や復興の計画を立てる上で、最も基本になるのが災害廃棄物発生量の推計である。しかし、この推計方法一つを取ってみても、実際の発生量との整合がとれていない場合が多い<sup>31)</sup>。災害時に排出される廃棄物の性状や排出状況は、災害の種類、被災時の季節、被災地の地域特性、被災者が置かれている心理状況にも影響を受け、一概に予測することは難しい。迅速かつ適正な災害廃棄物の処理を可能とするためには発生量だけではなく、災害廃棄物のフローを考慮した災害廃棄物の処理計画策も重要である。生活に伴い発生する都市ごみと比べ、突発的に発生し、発生量も膨大であり、量と質の予想がつきにくいのが災害廃棄物であり、それを処理する計画、計画を立てるための経験や知見の集積、基礎的な定量情報が不可欠である。

このような中、我が国には災害廃棄物を専門とする研究者らが極めて少なく、早急に専門の行政者、技術者、研究者の育成が望まれている。本書は、「災害廃棄物学」なる研究領域の開拓と1日も早い確立を期待し、被災者でありながら自ら現場の最前線で災害廃棄物の対応にあたられた方々の貴重な経験や知見を多くの方に伝えることを目的の一つとして、アメリカで発生した未曾有のハリケーン、カトリーナでの災害廃棄物の事例も交えながら、近年の災害における震災廃棄物および水害廃棄物の処理対応、対策、処理計画について取り上げたものである。

## 注・文献

- 1) 大矢根淳「社会学的災害の一視点——被災生活の連続性と災害文化の具現化」『年報社会学論集』第5号, 141頁, 1992年
- 2) 国立天文台編『理科年表 平成21年』丸善, 328~350頁, 2008年
- 3) 文部科学省地震調査研究推進本部 (<http://www.jishin.go.jp/main/>)
- 4) 鬼頭昭雄「温暖化で大雨は増えるのか」『科学』第75巻第10号, 1155~1157頁, 2005年
- 5) 鬼頭昭雄「特集：気候変化研究の最前線 ((2)日本, 世界の気候変動の現状と予測, 2) モデルによる将来の気候変化予測)」『エネルギー・資源』第27巻第2号, 19~23頁, 2006年
- 6) Allen, M. R. & Ingram, W. J., *Nature*, 419(6903), pp.224-232, 2002.
- 7) Trenberth, K. E., et al., *Bull. Amer. Metro. Soc.*, 84(9), pp.1205-1217, 2003.
- 8) 気象庁「異常気象レポート2005」2005年
- 9) IPCC「Climate Change 2001」2001.
- 10) 前出5)
- 11) 国立環境研究所 (<http://www.nies.go.jp:80/kanko/kankyogi/19/10-11.html>)
- 12) 末石富太郎『都市環境の蘇生——破局からの青写真』中央公論社, 1975年
- 13) 環境省編『環境・循環型社会白書 平成20年版』日経印刷, 2008年
- 14) 兵庫県環境クリエイトセンター「災害廃棄物の処理の記録」『阪神・淡路大震災の発生に伴う災害廃棄物処理事業報告』1997年
- 15) 厚生省生活衛生局「大都市圏の震災時における廃棄物の広域処理体制に係る調査」報告書(震災廃棄物対策検討委員会) 1997年
- 16) 八都府市廃棄物問題検討委員会「震災廃棄物の適正処理に関する調査報告書」1999年
- 17) 厚生省生活衛生局水道環境部環境整備課「震災廃棄物対策指針」1頁, 1998年
- 18) 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部廃棄物対策課「水害廃棄物対策指針」1頁, 2005年
- 19) 木村直昭「災害廃棄物に対する国の取り組み」『生活と環境』第53巻第3号, 10~14頁, 2008年
- 20) 石橋稔・加藤隆也・日高正人「特集：災害時における廃棄物対策(災害廃棄物処理に関する現状と今後の課題)」『都市清掃』第61巻第281号, 52~59頁, 2008年
- 21) 前出20)
- 22) 丸山雅司「新潟県中越沖地震における災害廃棄物の処理について」『生活

- と環境』第53巻第3号, 21頁, 2008年
- 23) 田中宏和・田中博義・橘治廣・山田正人「福井豪雨災害における水害廃棄物への対応について」『都市清掃』第60巻第277号, 20~26頁, 2007年
- 24) 前出22)
- 25) 「特集：天災は必ずやってくる——災害廃棄物への対応」『いんだすと』第21巻第5号, 2~29頁, 2006年
- 26) 「特集：予期せぬ廃棄物への対応, ——災害廃棄物・漂着ごみ対策」『いんだすと』第23巻第3号, 2~42頁, 2008年
- 27) 「特集：災害廃棄物の発生と処理事例」『生活と環境』第51巻第9号, 2~42頁, 2006年
- 28) 「特集：大地震と災害時における廃棄物処理の現状と課題」『生活と環境』第53巻第3号, 4~23頁, 2008年
- 29) 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部廃棄物対策課他「特集：災害時における廃棄物対策」『都市清掃』第61巻第281号, 2~64頁, 2008年
- 30) 前出19)
- 31) 前出23)