

CLAIR REPORT No.413

アメリカで発生する竜巻災害とその対応

Clair Report No.413 (Apr 15, 2015)
(一財)自治体国際化協会 ニューヨーク事務所



一般財団法人

自治体国際化協会

「CLAIR REPORT」の発刊について

当協会では、調査事業の一環として、海外各地域の地方行財政事情、開発事例等、様々な領域にわたる海外の情報を分野別にまとめた調査誌「CLAIR REPORT」シリーズを刊行しております。

このシリーズは、地方自治行政の参考に資するため、関係の方々に地方行財政に係る様々な海外の情報を紹介することを目的としております。

内容につきましては、今後とも一層の改善を重ねてまいりたいと存じますので、ご意見等を賜れば幸いに存じます。

本誌からの無断転載はご遠慮ください。

問い合わせ先

〒102-0083 東京都千代田区麴町 1-7 相互半蔵門ビル

(一財)自治体国際化協会 総務部 企画調査課

TEL: 03-5213-1722

FAX: 03-5213-1741

E-Mail: kikaku@clair.or.jp

はじめに

このレポートは、アメリカで発生する竜巻の状況をまとめ、竜巻災害等の大規模災害に対する体制を概観し、さらに、実際にオクラホマ州で発生した竜巻の被害状況と各政府機関（連邦政府、州及びムーア市）の対応、及びその後の竜巻被害からの復旧の状況までを、現地での聞き取り調査も加えて、仔細にまとめたものである。そして、筆者は、これらのアメリカの知見・実例を踏まえ、日本の竜巻対策の検討を行っている。例えば、現行の制度にはない「竜巻注意報」の設定を提言している。

日本での竜巻発生件数は、アメリカの発生件数の約50分の1程度であり、その強さもアメリカのような強度のものは少ない。しかし、「発生はまれだが起こりうる災害」であることは確かであり、その対策を前もって科学的に準備しておくことは、住民の安全・安心を確保する責務を負う地方自治体にとって重要なことではないかと思う。このレポートが地方自治体の今後の竜巻対策、危機管理対策の一助となれば、これほど幸いなことはない。

なお、今回のレポート作成にあたり、オクラホマ州政府緊急事態管理部及び同州ムーア市緊急事態管理部の皆様から多大なるご協力をいただいた。あらためて米国当局の皆様から心から感謝申し上げる次第である。

自治体国際化協会ニューヨーク事務所長

立田 康雄

目次

はじめに	1
概要	5
第1章 アメリカで発生する竜巻	6
第1節 竜巻の特徴と発生要因	6
1 竜巻とは	6
2 竜巻の強さ	7
3 アメリカで発生する竜巻の特徴	8
第2節 アメリカの竜巻被害概況	10
1 竜巻の年間発生数と死傷者数	10
2 重大な被害をもたらす強さの竜巻	13
3 州ごとの竜巻発生状況	15
第2章 竜巻災害等の大規模災害に対する体制	17
第1節 気象警報システム	17
1 気象関係組織	17
2 国立気象局が発令する警報・注意報	18
3 全災害用気象ラジオ	19
4 緊急事態警報システム	20
5 緊急事態無線警報	21
第2節 連邦緊急事態管理庁の体制	22
1 大規模災害宣言又は緊急事態宣言の発令	22
2 連邦緊急事態管理庁から派遣される主な人員等	24
3 連邦緊急事態管理庁による支援内容	26
第3節 発生する竜巻への対策	28
1 事前の対策	28
2 竜巻発生時に取るべき避難行動	29
第3章 オクラホマ州で発生した竜巻による被害状況と各政府機関の対応	30
第1節 被災地における EF5 竜巻の発生・被害状況	30
1 EF5 竜巻発生までの経緯	30

2	EF5 竜巻による被害状況	33
第2節	オクラホマ州政府及びムーア市の対応	36
1	オクラホマ州政府の対応	36
2	ムーア市の対応	39
第3節	連邦政府の対応	40
1	各連邦政府機関の対応	40
2	大規模災害宣言発令に伴う補助内容	42
第4章	オクラホマ州で発生した竜巻被害からの復旧と防災・減災に向けた取組み	43
第1節	居住環境・自然環境の復旧	43
1	がれきの撤去	43
2	水質・大気汚染の調査	44
3	森林への影響	44
4	ペット・家畜等の保護	45
第2節	防災・減災に向けた取組み	46
1	シェルター設置にかかる支援	46
2	モバイルホーム・トレーラーハウス等の簡易住宅に対する対策	48
3	シェルターの設置状況	49
第5章	日本の竜巻対策の状況と検討課題	51
第1節	竜巻被害の概況	52
第2節	竜巻の発生に関する情報	55
1	竜巻注意情報	55
2	竜巻発生確度ナウキャスト	56
第3節	国内の竜巻発生事例	57
第4節	日本で行われている竜巻対策	59
1	竜巻等突風対策検討会	59
2	竜巻等突風対策局長級会議（2012年）	59
3	竜巻等突風対策局長級会議（2013年）	59
第5節	アメリカの事例を踏まえた日本での竜巻対策の検討課題	61
1	シェルターの設置と避難行動の周知	61
2	竜巻発生確度ナウキャストの活用	61
3	「竜巻注意報」の設定	62

終わりに・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	64
参考ウェブサイト・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	65

概要

第1章 アメリカで発生する竜巻

第1章では、竜巻の強度や発生メカニズムといった竜巻の特徴を簡潔に記述し、図表を用いてアメリカにおける竜巻の発生件数や被害状況、発生地域の分布について分析する。

第2章 竜巻災害等の大規模災害に対する体制

第2章では、国立気象局を始めとしたアメリカにおける気象関係機関や気象警報・注意報等の概要、気象災害発生時に中心になって対応する連邦緊急事態管理庁の対応体制について記述する。

第3章 オクラホマ州で発生した竜巻による被害状況と各政府機関の対応

第3章では、2013年5月にオクラホマ州で発生した竜巻災害の事例を元に、竜巻発生に至るまでの現地の状況や竜巻による被災状況を記述するとともに、竜巻が発生した際の各政府機関の対応について記述する。

第4章 オクラホマ州で発生した竜巻被害からの復旧と防災・減災に向けた取組み

第4章では、2013年5月にオクラホマ州で発生した竜巻災害の事例を元に、居住環境や自然環境の竜巻被害からの復旧状況を記述するとともに、シェルターの設置等の被災地での防災・減災に向けた取組みについて記述する。

第5章 日本の竜巻対策の状況と検討課題

第5章では、日本における竜巻の発生状況、竜巻に関する情報の周知体制や現在行われている竜巻対策のほか、アメリカの竜巻への対応事例を踏まえた日本での今後の竜巻対策等について記述する。

第1章 アメリカで発生する竜巻

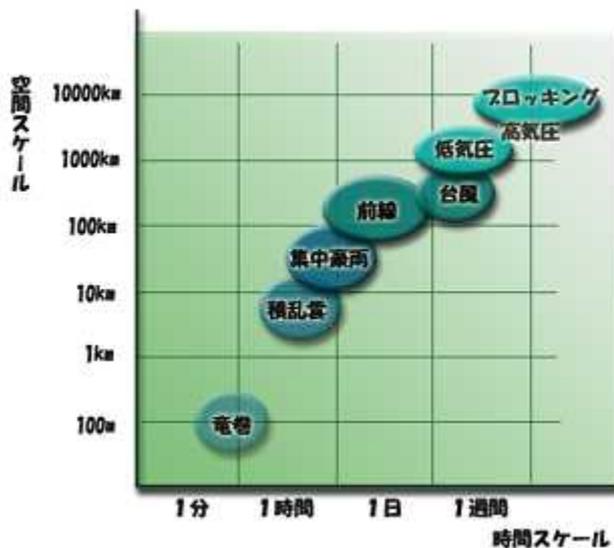
第1節 竜巻の特徴と発生要因

1 竜巻とは¹

竜巻は、発達した積乱雲に伴う強い上昇気流によって発生する激しい渦巻きで、多くは漏斗状又は柱状の雲を伴っている。また、竜巻は中心付近に向かって風が吹き込む収束性の回転を持ち、帯状又は線状に移動する。また、竜巻は数十メートルから数百メートルの水平規模を持ち、発生後、数十分から数時間で消滅する。

3,000～5,000 キロメートルの水平規模を持つ温帯低気圧や、数百～1,000 キロメートルの水平規模を持つ台風が、発生から消滅まで数日間から一週間程度の寿命を持っていることと比べると、竜巻の規模と寿命は非常に短い。

図1 さまざまな気象現象



時間スケール及び空間スケールにより主な気象現象を分類。時間スケールの長さ
と空間スケールの大きさは概ね相関関係
にある。竜巻は最短の時間スケール、最小
の空間スケールに分類されている。

(出典：気象庁)

¹ 気象庁 http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/yougo_hp/kaze.html
<http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/whitep/1-1-2.html>

2 竜巻の強さ

竜巻が気象観測所等を直撃することはまれであることから、風速等を直接観測して竜巻の強さを把握することは困難である。そのため、1971年にシカゴ大学の藤田哲也博士により考案された、発生した被害の状況から竜巻の強さをF0からF5の6段階に分類する藤田スケール（Fujita Scale、以下「Fスケール」という。）が用いられている（表1）。

表1 Fスケールの階級と推定風速

階級	風速	階級	風速
F0	17～32m/s(約15秒間の平均)	F3	70～92m/s(約5秒間の平均)
F1	33～49m/s(約10秒間の平均)	F4	93～116m/s(約4秒間の平均)
F2	50～69m/s(約7秒間の平均)	F5	117～142m/s(約3秒間の平均)

(出典：気象庁)

日本では現在もFスケールが利用されているが、アメリカでは被害の程度をより明確にできるようFスケールを改良した改良藤田スケール（Enhanced Fujita Scale、以下「EFスケール」という。）が2007年から用いられている（表2）。2013年5月にオクラホマ州で発生したような、最高レベルを示すEF5の竜巻の場合、病院や大学といった強固な施設でも、完全に破壊されるか、大部分が破壊されるものとされている²。

表2 EFスケールの階級と推定風速

階級	3秒間の平均風速		
	マイル/時	キロメートル/時	メートル/秒
EF0	65～85	105～137	29～38
EF1	86～110	138～178	39～49
EF2	111～135	179～218	50～60
EF3	136～165	219～266	61～74
EF4	166～200	267～322	75～89
EF5	201～	323～	90～

(出典：Wind Science and Engineering Center)

² Wind Science and Engineering Center (2006), “A recommendation for an Enhanced Fujita Scale (EF-Scale) submitted to the National Weather Service and other interested users.”

3 アメリカで発生する竜巻の特徴

アメリカでは、メキシコ湾岸から五大湖にかけての中西部の地域で竜巻が多発していることから、この地域は「Tornado Alley（竜巻街道）」と呼ばれている。アメリカ中西部は、中西部のロッキー山脈と東部のアパラチア山脈の間に位置し、メキシコ湾から北上する暖かく湿った空気と北部やロッキー山脈から流入する寒冷で乾燥した空気が衝突する地域となっている（図2）。

図2 アメリカの地理的特徴

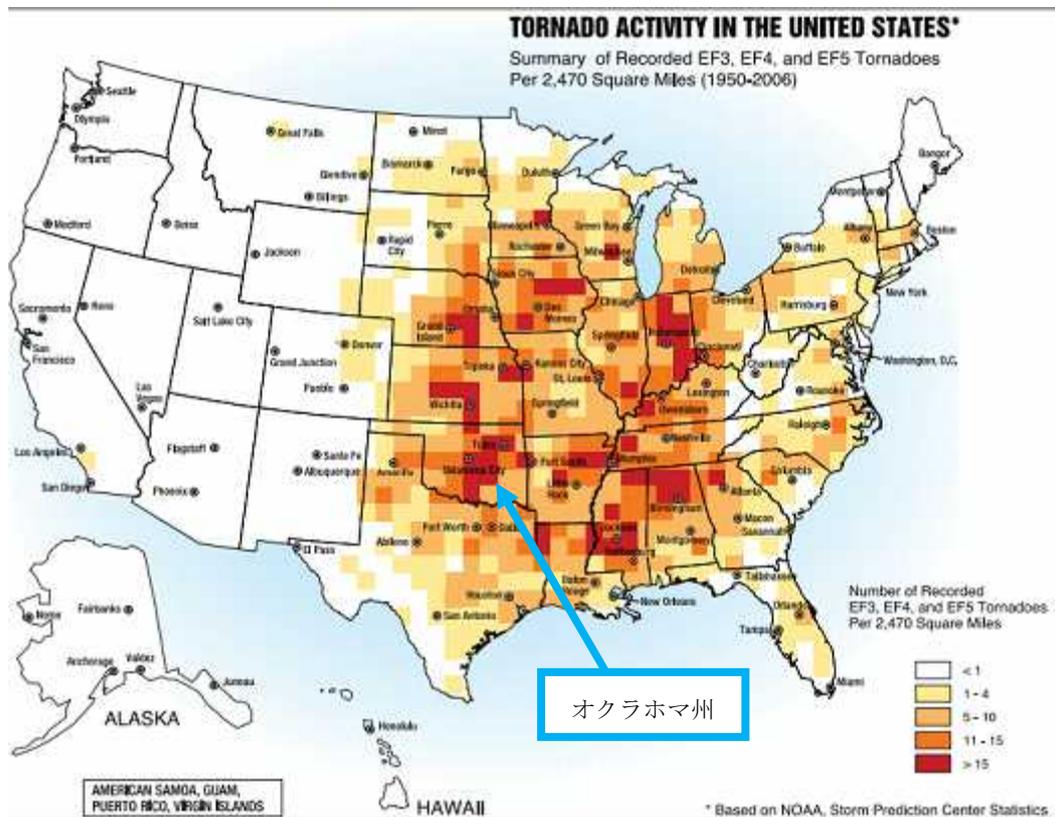


(出典：筆者作成)

暖かい空気は軽く、冷たい空気は重い、といった性質を持っているため、南からの暖気、北からの寒気という、異なる空気の性質を持った気団が衝突した際に、暖気の上昇、寒気の下降が起こり、大気の状態は不安定となる。そして大気の安定度が悪いほど積乱雲が発達しやすくなり、竜巻の発生に必要な条件が整うこととなる。特に、地上付近が暖まりつつあるのに対し、上空には冬の寒気がまだ残されている状態の春先では、上空と地上との温度差が大きくなりがちであるため、大気の安定度が悪く竜巻も発生しやすい。また、中西部で発生する積乱雲は、スーパーセルとよばれる単一の巨大な積乱雲に発達しやすく、スーパーセルは竜巻を引き起こしやすい。

アメリカ中西部は、東西を山脈に挟まれ、南北から暖気と寒気が流入しやすいという地形的な特徴から、積乱雲が発達し、竜巻が発生しやすくなっている（図3）。後述するオクラホマ州は、竜巻の多発地帯に位置している。

図3 2,470平方マイル(約6,400平方キロメートル)当たりのEF3-EF5竜巻発生数(1950-2006)



(出典: Wikipedia)

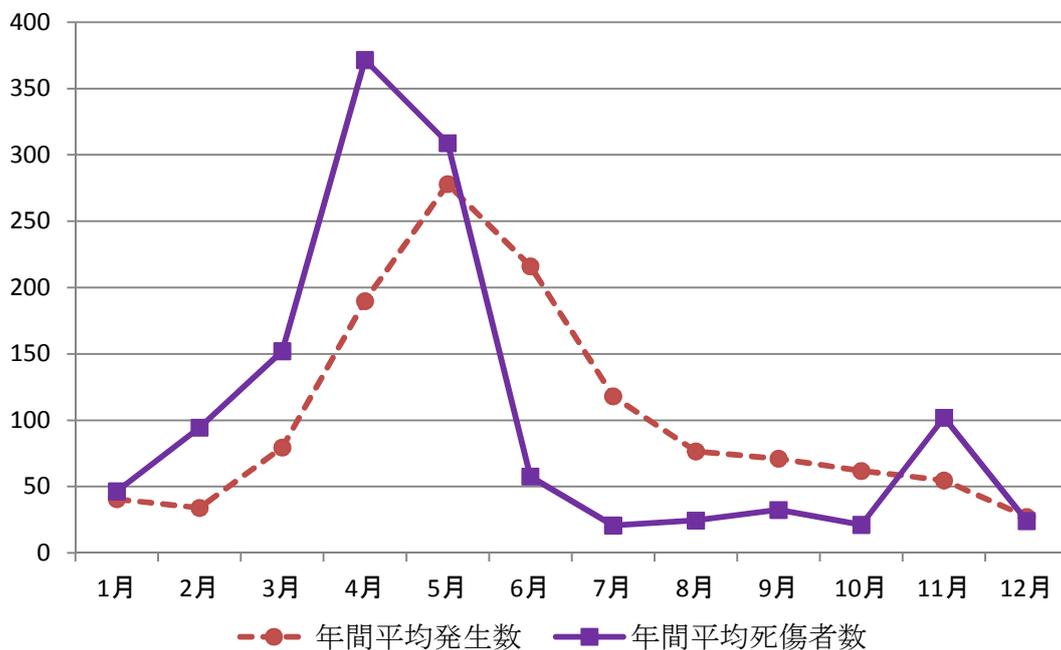
※国立海洋大気庁 (National Oceanic and Atmospheric Administration / NOAA) データに基づく

第2節 アメリカの竜巻被害概況³

1 竜巻の年間発生数と死傷者数

アメリカでは、過去 20 年間の平均で年間 1,200 件以上の竜巻が発生している。竜巻は春から初夏にかけての時期に発生することが多く、年間で発生する竜巻の 20% が 5 月に集中している。夏になると発生数は急減し、秋から冬にかけての発生数は少ない。また、竜巻による死傷者数の発生状況は、竜巻の発生数と同様の傾向を示しているものの、死傷者数発生のパークは竜巻発生数のパーク時に先行しており、4 月がパークとなっている（表 3～5）。

表 3 竜巻の年間平均発生件数及び年間平均死傷者数（1994 年～2013 年）



（出典：Tornado History Project.com データに基づき筆者作成）

³ Tornado History Project.com <http://www.tornadohistoryproject.com/>

※Storm Prediction Center データに基づく

表4 竜巻発生件数（1994年～2013年）

年	月												計
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
1994	13	9	58	205	161	234	155	120	30	51	42	4	1,082
1995	36	7	49	130	393	216	162	53	19	74	79	18	1,236
1996	35	14	71	177	235	128	202	72	101	68	55	15	1,173
1997	50	23	102	114	225	193	188	84	32	100	25	12	1,148
1998	47	72	72	182	310	376	82	61	104	86	26	6	1,424
1999	212	22	56	176	310	289	100	79	56	17	7	15	1,339
2000	16	56	103	136	241	136	148	52	47	64	50	26	1,075
2001	5	30	34	135	240	249	120	69	84	117	110	22	1,215
2002	3	2	47	117	204	97	68	86	61	58	94	97	934
2003	0	18	43	156	542	292	167	44	32	26	53	1	1,374
2004	3	9	50	125	509	268	124	179	295	79	150	26	1,817
2005	33	10	62	132	122	317	138	123	133	18	149	26	1,263
2006	47	12	147	244	139	120	70	80	84	75	42	43	1,103
2007	21	52	170	165	247	128	69	73	57	87	7	20	1,096
2008	84	147	129	189	462	292	95	101	111	21	15	46	1,692
2009	6	36	115	226	201	270	118	60	8	65	3	48	1,156
2010	30	1	33	139	305	321	146	55	57	108	53	32	1,280
2011	16	63	75	757	326	160	101	57	51	23	47	15	1,691
2012	79	57	155	206	121	111	37	38	39	37	7	53	940
2013	75	39	18	86	267	124	72	45	21	62	79	18	906
計	811	679	1,589	3,797	5,560	4,321	2,362	1,531	1,422	1,236	1,093	543	24,944
年平均	41	34	79	190	278	216	118	77	71	62	55	27	1,247

※網掛けセルはEF5（2006年以前はF5）の竜巻が発生した年／月

（出典：Tornado History Project.com データに基づき筆者作成）

表5 竜巻による死傷者数（1994年～2013年）

年	月												計
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
1994	8	7	545	222	9	77	50	113	12	5	94	1	1,143
1995	79	139	7	46	400	48	15	2	1	15	201	5	958
1996	59	16	121	326	54	1	45	0	27	26	52	2	729
1997	62	5	618	27	98	23	123	4	2	33	78	28	1,101
1998	10	318	264	564	422	254	2	8	84	35	37	0	1,998
1999	364	3	33	329	960	74	38	86	14	11	12	8	1,932
2000	22	223	145	52	62	10	23	5	111	0	11	206	870
2001	12	99	58	59	31	57	40	6	64	73	282	2	783
2002	0	0	36	325	23	3	0	2	162	42	367	61	1,021
2003	0	11	233	39	701	29	9	30	3	2	85	0	1,142
2004	3	0	5	34	138	37	10	41	80	33	46	3	430
2005	35	1	24	15	3	2	1	53	34	0	405	2	575
2006	42	2	204	588	17	12	6	48	13	5	58	60	1,055
2007	41	176	196	72	103	19	4	34	3	37	9	4	698
2008	59	563	92	257	728	98	8	5	2	0	10	7	1,829
2009	0	17	47	175	51	5	9	37	0	22	0	9	372
2010	2	0	13	239	155	171	14	4	31	33	44	40	746
2011	3	10	25	3,914	1,809	210	1	6	5	1	45	7	6,036
2012	101	221	366	123	11	13	1	4	1	25	0	26	892
2013	27	78	10	25	403	10	15	2	0	25	204	10	809
計	929	1,889	3,042	7,431	6,178	1,153	414	490	649	423	2,040	481	25,119
年平均	46	94	152	372	309	58	21	25	32	21	102	24	1,256

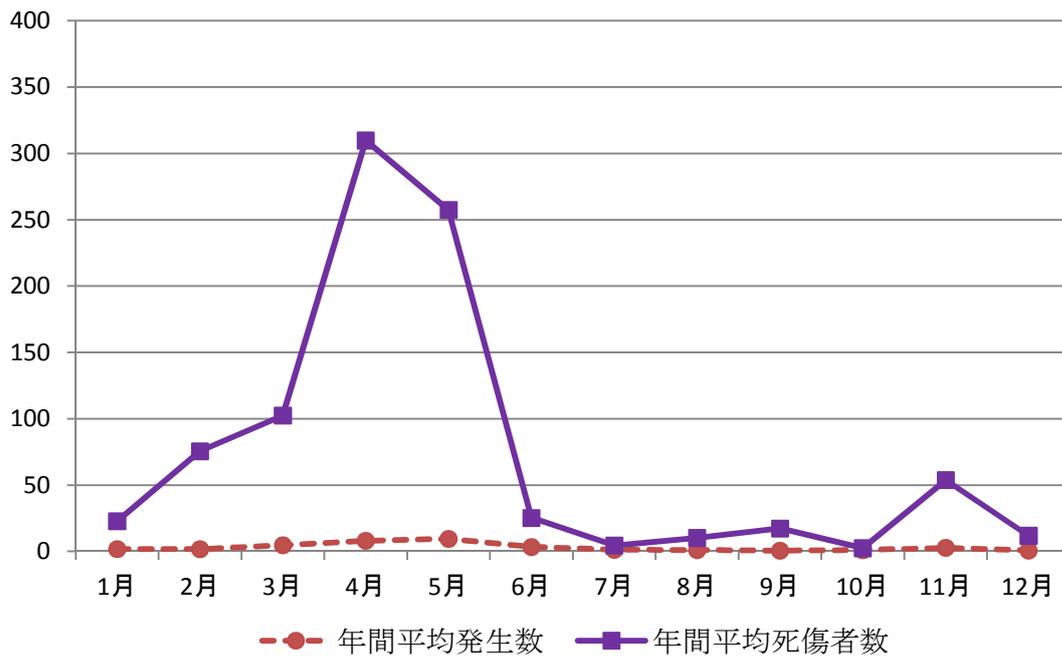
※網掛けセルはEF5（2006年以前はF5）の竜巻が発生した年／月

（出典：Tornado History Project.com データに基づき筆者作成）

2 重大な被害をもたらす強さの竜巻

竜巻の強さが EF3 レベルになると、トレーラーハウスのような簡易住宅であれば完全に破壊されるなど、EF3 レベル以上の竜巻が発生すると被害は重大となる。EF3 以上の竜巻の発生個数は、年間 40 件程度と全体の 3%程度にすぎないものの、EF3 以上の竜巻による死傷者数は全体の 70%以上に上っている。このことから、発生数の少ない強力な竜巻による被害が大半を占めているといえる（表 6～8）。

表 6 竜巻（EF3 以上）の年間平均発生件数及び年間平均死傷者数（1994 年～2013 年）



(出典：Tornado History Project.com データに基づき筆者作成)

表7 竜巻発生件数のうち EF3以上の竜巻発生件数（1994年～2013年）

年 \ 月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計
1994	0	0	9	4	3	4	5	6	0	0	4	0	35
1995	0	1	0	0	20	4	2	0	0	0	4	0	31
1996	0	0	3	9	8	1	2	0	0	0	0	0	23
1997	1	0	23	0	7	1	4	0	1	0	2	0	39
1998	0	3	5	13	14	4	0	1	0	2	1	0	43
1999	16	1	3	14	20	8	0	0	0	1	0	1	64
2000	3	2	3	5	5	0	2	0	1	0	0	2	23
2001	0	3	0	2	2	3	1	0	3	8	7	0	29
2002	0	0	2	11	3	2	0	1	2	0	9	1	31
2003	0	0	1	2	26	5	1	0	0	0	0	0	35
2004	0	0	1	1	12	5	3	0	2	0	3	1	28
2005	1	0	1	3	2	2	0	1	1	0	10	0	21
2006	1	0	12	8	1	0	0	5	2	0	3	0	32
2007	0	5	10	3	6	2	0	3	0	3	0	0	32
2008	9	12	3	3	23	6	2	0	0	0	1	0	59
2009	0	4	3	10	2	0	1	1	0	0	0	1	22
2010	1	0	1	9	9	13	1	2	1	1	2	5	45
2011	2	1	1	57	13	6	1	1	0	0	1	1	84
2012	1	2	13	7	2	0	0	0	0	1	0	2	28
2013	1	1	0	1	12	1	0	0	0	3	9	0	28
計	36	35	94	162	190	67	25	21	13	19	56	14	732
年平均	2	2	5	8	10	3	1	1	1	1	3	1	37

※網掛けセルは EF5（2006年以前は F5）の竜巻が発生した年／月

（出典：Tornado History Project.com データに基づき筆者作成）

表8 竜巻による死傷者数のうち EF3以上の竜巻による死傷者数（1994年～2013年）

年	月												計
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
1994	0	0	429	134	1	22	41	92	0	0	36	0	755
1995	0	136	0	0	251	19	0	0	0	0	5	0	411
1996	0	0	46	196	11	0	15	0	0	0	0	0	268
1997	18	0	519	0	61	13	2	0	2	0	32	0	647
1998	0	297	233	452	334	34	0	2	0	2	16	0	1,370
1999	251	0	7	252	904	12	0	0	0	6	0	1	1,433
2000	21	208	84	3	46	0	18	0	101	0	0	169	650
2001	0	79	0	29	0	23	0	0	59	18	129	0	337
2002	0	0	6	270	1	0	0	0	154	0	240	14	685
2003	0	0	206	6	593	5	0	0	0	0	0	0	810
2004	0	0	0	20	69	4	3	0	3	0	24	1	124
2005	15	0	19	6	0	0	0	24	3	0	373	0	440
2006	3	0	99	491	13	0	0	41	8	0	35	0	690
2007	0	130	102	15	80	10	0	24	0	8	0	0	369
2008	51	460	6	201	612	65	5	0	0	0	5	0	1,405
2009	0	12	28	138	17	0	2	19	0	0	0	2	218
2010	0	0	0	222	130	95	3	2	17	0	6	34	509
2011	3	1	2	3,671	1,663	203	1	0	0	0	0	4	5,548
2012	76	117	263	80	0	0	0	0	0	1	0	12	549
2013	18	71	0	10	362	0	0	0	0	15	176	0	652
計	456	1,511	2,049	6,196	5,148	505	90	204	347	50	1,077	237	17,870
年平均	23	76	102	310	257	25	5	10	17	3	54	12	894

※網掛けセルは EF5（2006年以前は F5）の竜巻が発生した年／月

（出典：Tornado History Project.com データに基づき筆者作成）

3 州ごとの竜巻発生状況

竜巻の発生状況を州単位で分析すると、メキシコ湾岸から中西部の内陸の地域にかけて、竜巻発生数及び竜巻による死傷者が多い。竜巻発生数は、面積が広いテキサス州が最も多く、アラバマ州、ミズーリ州、オクラホマ州、テネシー州では、年間の平均死傷者数が100人を超えている（表9、図4）。

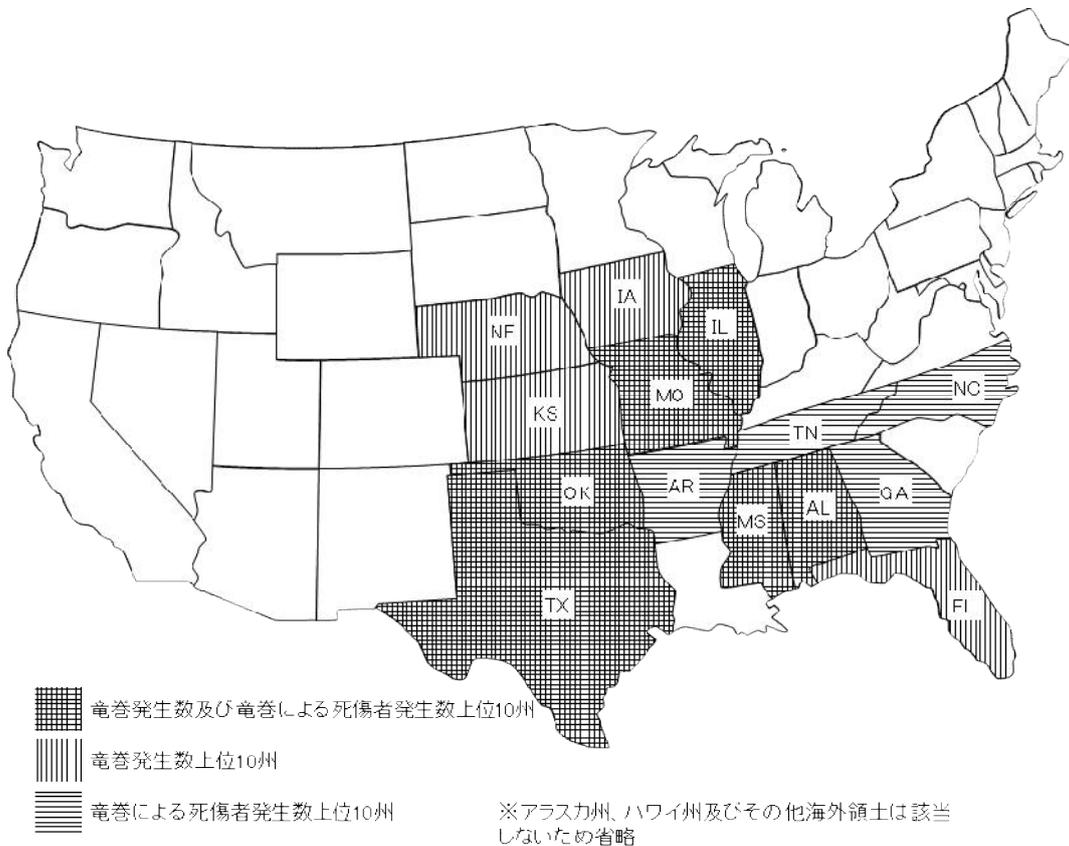
表 9

竜巻年間平均発生数と竜巻による年間平均死傷者数上位 10 州（1994 年～2013 年）

順位	州	発生数	順位	州	死傷者数
1	Texas (TX)	241.8	1	Alabama (AL)	208.6
2	Kansas (KA)	151.5	2	Missouri (MO)	120.8
3	Oklahoma (OK)	107.9	3	Oklahoma (OK)	102.8
4	Florida (FL)	103.7	4	Tennessee (TN)	102.3
5	Illinois (IL)	95.0	5	Georgia (GA)	80.6
6	Nebraska (NE)	89.3	6	Arkansas (AR)	77.6
7	Alabama (AL)	87.6	7	Mississippi (MS)	56.7
8	Iowa (IA)	81.8	8	Texas (TX)	51.9
9	Missouri (MO)	80.6	9	North Carolina (NC)	48.3
10	Mississippi (MS)	80.3	10	Illinois (IL)	43.8

(出典 : Tornado History Project.com データに基づき筆者作成)

図 4 竜巻年間平均発生数と竜巻による年間平均死傷者数上位 10 州（1994 年～2013 年）



(出典 : Tornado History Project.com データに基づき筆者作成)

第2章 竜巻災害等の大規模災害に対する体制

第1節 気象警報システム

1 気象関係組織

アメリカでは、気象情報の提供や気象に関する警報注意報を発している機関として、商務省（Department of Commerce）の国立海洋大気庁（National Oceanic and Atmospheric Administration / NOAA）内に国立気象局（National Weather Service / NWS）が設置されている。国立気象局は、1870年に陸軍長官の下に設置された気象局（Weather Bureau）を前身組織としており、1890年に農務省（Department of Agriculture）、1940年に商務省、そして1965年に環境科学事業庁（Environmental Sciences Administration）に移管された後、1970年に国立海洋大気庁に統合再編されて現在の組織となった。国立海洋大気庁は、国立海洋大気庁長官の下、国立気象局を含めた以下の6つの部局から成り、長官補佐が各部局を統括している（図5）。

図5 気象関係組織の組織図



(出典：筆者作成)

2 国立気象局が発令する警報・注意報

商務省組織令（Department Organization Orders / DOO）25-5により、国立海洋大気庁の役割が規定されており、セクション9において内部部局である国立気象局の役割が規定されている。この規定により、国立気象局の長官補佐室（Office of the Assistant Administrator）が、各政府や一般市民らに対し、気候・水象・気象警報等の発令、予報、データ提供を行うこととされている。

発令される警報・注意報は、概ね以下の種類に分類される⁴。

- ・局地的な現象に関する警報・注意報
竜巻、雷雨、鉄砲水
- ・冬季に発令される警報・注意報
暴風雪、凍雨、湖水効果による大雪（五大湖周辺地域）、強風による冷却効果
- ・火災に関する警報・注意報
乾燥等による自然火災
- ・洪水に関する警報・注意報
河川流域、低地等での洪水
- ・沿岸・湖岸部に発令される警報・注意報
沿岸・湖岸部での洪水、高潮、高波、離岸流
- ・海上で発令される警報・注意報
船舶への着氷、うねり、船舶の航行に支障をきたす干潮
- ・気温に関する警報・注意報
高温、低温、凍結、降霜
- ・その他の警報・注意報
降灰、濃霧、砂塵嵐等

⁴ National Weather Service Glossary <http://w1.weather.gov/glossary/>

竜巻に関しては、竜巻注意報（Tornado Watch）、竜巻警報（Tornado Warning）及び竜巻緊急事態（Tornado Emergency）があり、発令される基準は以下のようになっている。

- ・ 竜巻注意報

竜巻が発生するおそれがある場合に発令される。発令時間は4～8時間程度で、発令時には、避難準備をしておくことが必要。当該注意報が発令された地域の気象台は、注意報の発令時間が終了又は注意報が取り消されるまで、住民に対して情報周知を行う。

- ・ 竜巻警報

積乱雲内部での渦状の回転がレーダーで検知されるか、竜巻の発生が確認された時点で発令される。竜巻注意報が発令がなくても発令されうる。発令時間は30分程度で、発令時には早急にシェルターに避難することが必要。雷雨が発生している場合、鉄砲水警報と併せて発令されることもある。当該警報が発令された地域の気象台は、重大気象声明（Severe Weather Statements）を定期的に発出し、危険がなくなるまで住民に対して情報周知を行う。

- ・ 竜巻緊急事態

接近中又は発生中の竜巻により、住民の生命が脅かされているか、壊滅的な被害が発生している場合に発令される。

3 全災害用気象ラジオ⁵

全災害用気象ラジオ（NOAA Weather Radio All Hazards / NWR）は、全米50州、ワシントンD.C.及びすべての海外領土⁶に敷かれたラジオネットワークであり、最寄りの国立気象局事務所から24時間体制で気象情報や発令された注意報・警報を流している。特定地区伝達コード（Specific Area Message Encoding Code / SAME Code）と呼ばれるコードを利用し、特定のカウンティに対して警報や注意報を発信することができる。

また、これらの気象や自然災害に関する情報だけでなく、化学物質の放出や原油の漏出といった事故に関する情報や子どもの誘拐事件発生情報といった治安に関する情報も放送されている。

ラジオ放送を受信するには専用の受信端末が必要であり、国立海洋大気庁全災害用気象ラジオは次に紹介する緊急事態警報システムとも連動している。

⁵ NOAA Weather Radio All Hazards <http://www.nws.noaa.gov/nwr/>

⁶ プエルトリコ、グアム、米領サモア、ヴァージン諸島及び北マリアナ諸島

4 緊急事態警報システム⁷

緊急事態警報システム（Emergency Alerts System / EAS）は、緊急事態において大統領が迅速に情報を伝達するシステムであり、連邦通信委員会（Federal Communications Commission / FCC）が、連邦緊急事態管理庁（Federal Emergency Management Agency / FEMA）及び国立気象局と連携・協力して運営している。なお、州や地方での緊急事態の際には、州政府・地方自治体等が EAS を利用することができ、緊急の気象情報などを特定の地域に対して伝達することができる。情報の伝達に当たっては、テレビやラジオだけでなく、ケーブルテレビ、衛星放送、ポケットベルなどといった設備や機器も利用される。また、EAS は聾者や英語以外の話者に対しても対応するものとされている。

テロや大事故、自然災害といった緊急時に EAS が稼働する際には、テレビ局やラジオ局などは、定められた方法により通信設備を利用可能な状態にしなければならず、通信設備の種類ごとにハンドブックが策定されている。EAS は、テレビやラジオといった様々な機器を利用して緊急事態を伝えるネットワークシステムであるため、米国内全土を通しての一斉作動確認テストなどを行い、システムの有効性を高めている。

なお、筆者が現地調査を行なったオクラホマ州では、局地的な災害である竜巻が発生した場合は同システムを利用していない。同州で EAS を利用したのは 2010 年の暴風雪による災害のときであり、当時は被災地でサイレンが利用できず、携帯電話も通信不可能な状態であった。

また、同州ムーア市では、EAS は利用されていない。

⁷ Federal Communications Commission

<http://www.fcc.gov/encyclopedia/emergency-alert-system-eas>

5 緊急事態無線警報⁸

緊急事態無線警報（Wireless Emergency Alerts / WEA）は、連邦通信委員会、連邦緊急事態管理庁及び携帯電話業界が共同で運用しており、警報や注意報がテキストメッセージ（日本ではショートメールと呼ばれる）で携帯電話端末に自動的に送信される。受信に当たっては事前の登録等はない。各電波塔から発信されるため、移動して別の電波塔の受信域に入った場合は、同一のメッセージを再度受信することもある。大手の携帯電話キャリアは長文を受信できるものの、地方の携帯電話キャリアは短文しか受信できないため、送信されるメッセージは90単語以内となっている。

送信されるメッセージは、

- ・深刻な気象に関する情報
- ・子どもの誘拐に関する警報
- ・国家的な緊急事態の際の大統領からの警報

であり、深刻な気象に関する情報は、津波警報、竜巻及び鉄砲水警報、ハリケーン・暴風等に関する警報となっている。

⁸ Wireless Emergency Alerts

<http://www.fcc.gov/guides/wireless-emergency-alerts-wea>

(Federal Communications Commission)

<https://www.fema.gov/wireless-emergency-alerts>

(Federal Emergency Management Agency)

第2節 連邦緊急事態管理庁の体制

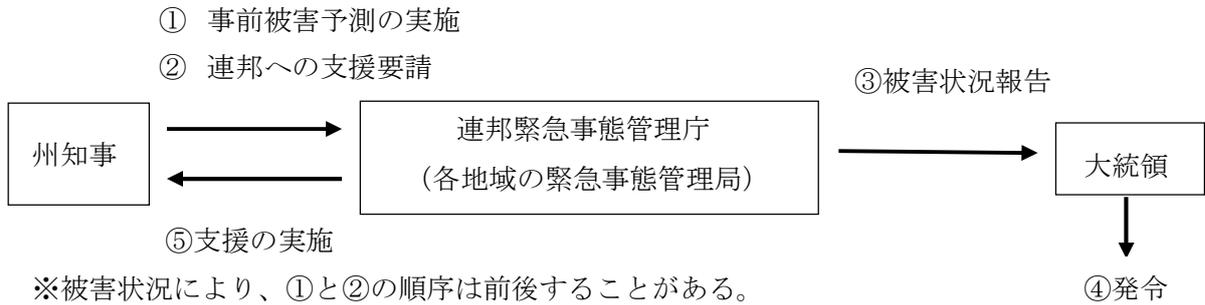
1 大規模災害宣言又は緊急事態宣言の発令

州知事は、災害の規模が州政府及び被災地の地方自治体の対応能力を超え、連邦政府による支援が必要であると判断した場合に、スタフォード法（Robert T. Stafford Disaster Relief and Emergency Assistance Act）セクション 401 の規定に基づき、連邦緊急事態管理庁の下部組織である各地域の緊急事態管理局を通じて、大統領に支援の要請を行う。要請の際に、州知事は州法に基づく適切な対応と州の緊急事態計画の執行を行い、災害の規模と市民や公共機関への影響を予測する初期段階被害予測（Preliminary Damage Assessment / PDA）を実施しなければならない。初期段階被害予測は要請を行う前に実施しなければならないが、明らかに深刻で壊滅的な災害が起こっている場合は、先に要請を行うことができる。また、大統領への支援要請とともに、州知事は州の緊急事態計画を実行し、把握している災害情報の周知や支援物資の提供などを行わなければならない。なお、災害対応のために要した費用については、一定の割合まで連邦政府から補助を受けることができる（連邦政府による具体的な補助内容については、第3章第2節を参照）。

州知事からの要請を受け、大統領は大規模災害宣言（Major Disaster Declaration）又は緊急事態宣言（Emergency Declaration）を発令する（図6）。大規模災害とは、米国内で発生する、ハリケーンや竜巻、地震や噴火といった自然災害や、人為的又は自然に発生した火災や洪水、爆発といった災害で、深刻な被害が発生し連邦の支援が必要な災害を指している。緊急事態は、それらの災害において、国民の生命・財産の保護のために連邦の支援が早急に必要で、切迫した緊急状態を指している。

大規模災害や緊急事態の際には、大統領は、連邦政府の機関に人員の動員や機器、生活必需品の供給、技術提供などを行うよう指導し、連邦機関や民間組織、州政府・地方自治体等の支援が円滑に行われるよう調整を行う。連邦政府からは、レスキュー隊や救援物資補給のための部隊、被害状況を把握するための人員の派遣などが実施される。

図6 大規模災害宣言又は緊急事態宣言の発令の流れ



(出典：スタフォード法に基づき筆者作成)

大規模災害宣言と緊急事態宣言に基づく支援内容の違いについては、大規模災害宣言の場合は、主に長期的な復興を目的とした支援であり、緊急事態宣言の場合は、緊急性が高く、大規模な災害の発生を防ぐことを目的とした支援となっている。例えば、がれきの除去といった業務に関して言えば、散乱するがれきは救助作業の妨げになるために迅速に撤去する必要があり、また、被災した施設を再建する段階でもがれきの除去が依然必要であることから、大規模災害宣言又は緊急事態宣言のどちらが発令された場合であっても支援の対象となる。一方、損傷した鉄骨フレームの損害額の査定といった事業であれば、復旧する上で長期的に必要なことであっても緊急性はないため、大規模災害宣言が発令された場合にのみ、支援の対象となる。

両宣言は、ハリケーンや洪水、竜巻といった災害の種類ごとに州に対して発令され、ハリケーン及び洪水に関する大規模災害宣言といったように、場合によっては複数の種類の災害に対してまとめて発令される。また、1件の災害に対して大規模災害宣言及び緊急事態宣言が同時に発令されることもある。

ハリケーン・熱帯低気圧といった、水平規模が大きく進路の予測が比較的容易な現象については、接近に応じて緊急事態宣言を発令することが可能であるため、大規模災害宣言とともに発令されることが比較的多い。一方、発生時期や発生場所の予測が困難であったり、発生から短時間で消滅する、竜巻や地滑り・山崩れのような現象については、緊急事態宣言の発令数が大規模災害宣言の発令数に比べて少ない傾向を示しているなど、災害の種類により発令の状況は異なる（表10）。

表10 大規模災害宣言及び緊急事態宣言の発令回数の推移（2009年～2013年）⁹

⁹ Federal Emergency management Agency <https://www.fema.gov/disasters>

災害の種類	2009		2010		2011		2012		2013		合計	
	大	緊	大	緊	大	緊	大	緊	大	緊	大	緊
暴風雨	46	3	61	1	47	4	25	3	37	1	216	12
洪水	38	1	51	4	50	7	19		42	2	200	14
暴風雪	17	4	28	2	16	2	3		24	1	88	9
竜巻・突風	18		15		21	1	8		19		81	1
ハリケーン・熱帯低気圧	3		5	3	22	16	16	14	1		47	33
地滑り・山崩れ	5		7		6		6		7	1	31	1
その他（地震・噴火等）	4	3	1		7		4		5	2	21	5
総発令回数	59	7	81	9	99	29	47	16	62	5	348	66

※大：大規模災害宣言の発令回数、緊：緊急事態宣言の発令回数

※一度の発令で複数の種類の災害を対象とすることがあるため、災害の種類ごとの発令回数の合計と総発令回数は一致しない。

（出典：連邦緊急事態管理庁データに基づき筆者作成）

2 連邦緊急事態管理庁から派遣される主な人員等

（1）事故管理支援チーム¹⁰

事故管理支援チーム（Incident Management Assistance Team / IMAT）は緊急事態の際に迅速に派遣される人員で、被災地において連邦緊急事態管理庁からの支援が迅速に行われるよう準備を行う。24時間体制を取っており、緊急事態の発生から2時間以内に出動し、12時間以内に被災地に到着する。

（2）都市内災害捜索及び救助タスクフォース¹¹

都市内災害捜索及び救助タスクフォース（Urban Search & Rescue / US&R）は、自然災害や航空機事故、建物の倒壊といった災害・事故の際に被災者の捜索や復旧活動に従事するタスクフォースであり、全国で28のタスクフォースが組織されている。災害が発生すると、連邦緊急事態管理庁は被災地近隣に展開している3つのタスクフォースを派遣し、必要に応じて増派する。各タスクフォースの人員は62人（31人×2チーム）であり、捜索班、救出

¹⁰ Federal Emergency management Agency

http://www.fema.gov/pdf/media/factsheets/2010/imat_fact_sheet_10_05_10.pdf

¹¹ Federal Emergency management Agency

<https://www.fema.gov/about-urban-search-rescue>

班、技術班及び医療班から構成されている。また、4頭の救助犬のほか、必要な装備を備えて任務にあたる。

(3) 被災者支援プログラム¹²

被災者支援プログラム (Disaster Survivor Assistance Program / DSA Program) は、被災者が各種補助制度へ適格性を有するかの診断や現地で被災者が行う登録業務の補助といった、被災者個人に合ったオーダーメイド式の支援を行うプログラムであり、専門チームが被災地に派遣される。

(4) 初期段階被害予測¹³

初期段階被害予測 (Preliminary Damage Assessment / PDA) は、被災状態の初期判定であり、連邦緊急事態管理庁と州政府が合同で被災状況の判定を行う。

(5) 緊急事態対応支援即応チーム¹⁴

緊急事態対応支援即応チーム (Mobile Emergency Response Support / MERS) は、州政府や地方自治体からの要請によって連邦緊急事態管理庁から派遣され、通信機器会議室を備えた車輛の提供、水のろ過、電源供給、燃料の補給等を行い、被災地での復旧活動の支援を行う。

(6) 通信用車輛¹⁵

通信用車輛 (Mobile Communications Office Vehicles / MCOVs) は、連邦緊急事態管理庁の活動を支援するための車輛で、連邦緊急事態管理庁と迅速に連絡を取るために活用される。

¹² Federal Emergency management Agency

<https://www.fema.gov/disaster-survivor-assistance-program>

¹³ Federal Emergency management Agency

<https://www.fema.gov/public-assistance-preliminary-damage-assessment>

¹⁴ Federal Emergency management Agency

<https://www.fema.gov/mobile-emergency-response-support>

¹⁵ Federal Emergency management Agency

<https://www.fema.gov/mobile-communications-office-vehicle>

3 連邦緊急事態管理庁による支援内容

連邦緊急事態管理庁による支援は、個人に対する支援、公共に対する支援、そして減災に関する支援の3種類となっている¹⁶。

(1) 個人に対する支援

宣言の発令後、災害業務従事者が被災地に到着し、復旧のための事務所を設営し、被災者が支援を申請するための無料の電話回線が設置される。また、災害復旧センターも開設され、被災者への支援情報などが提供される。被災者個人に行われる支援は、主に以下のとおりとなっている。

・住居に関する金銭的支援

一時的に居住する住居及び連邦政府が提供する住居の賃料、持ち家の修復費用、損壊した家屋からの引越にかかる費用、連邦緊急事態管理庁が指定する地域で住居を新築する際の費用等について、緊急事態管理庁から補助金を受けることができる。一時的に居住する住居への家賃補助は、最長18ヶ月まで受けることができる。なお、保険が適用される部分については支援の対象外。

・住居以外に関する金銭的支援

医療及び歯科治療、葬儀及び埋葬、衣服、家財道具、燃料（暖房、車両用）等の費用について、連邦緊急事態管理庁から補助金を受けることができる。なお、保険が適用される部分については支援の対象外。

・低金利での貸付金

住居の補修や新築、車両、衣類等の個人的な財産など、保険の対象外となっている財産の損失を補填するための資金について、中小企業庁（U.S. Small Business Administration）から低金利での貸付けを受けることができる。貸付けは、被災者個人だけではなく、企業も対象となっている。

これらの支援申請が受理され、災害による損失が認められた場合、被災者は速やかに補助金の交付や貸付けを受けることができる。これらの個人向けの支援プログラムの申請期限は、概ね大規模災害宣言から60日以内となっている。なお、支援が実施された後は、適切な支出が行われたかどうか、連邦緊急事態管理庁による監査が行われる。

¹⁶ Federal Emergency management Agency

<https://www.fema.gov/disaster-process-disaster-aid-programs>

(2) 公共に対する支援

連邦緊急事態管理庁から州政府・地方自治体等や特定の非営利団体に対する支援として、自治体等支援補助プログラム（Public Assistance Grant Program）が実施されている。支援対象は、がれきの除去、緊急の防災措置に関する費用、州政府・地方自治体等や特定の非営利団体が所有する施設の補修・再建等となっており、これらの業務の実施にかかる費用のうち、最大で75%まで連邦緊急事態管理庁から補助を受けることができる。

(3) 減災に関する支援

大規模災害に遭った州政府・地方自治体等において、長期的に減災につながる事業を支援するプログラムとして、減災補助プログラム（Hazard Mitigation Grant Program）が実施されている。具体的には、災害が発生しやすい地域にある施設の移転、防災機能の高い設備の設置、竜巻多発地域での公共施設におけるシェルターの設置などにかかる費用が対象となっており、最大で75%まで連邦緊急事態管理庁から補助を受けることができる。

また、同プログラムの他にも、事前の災害緩和への補助（Pre-Disaster Mitigation / PDM）、洪水被害軽減への補助（Flood Mitigation Assistance / FMA）、洪水多発地区への補助（Repetitive Flood Claims / RFC）、深刻な洪水多発地区への補助（Severe Repetitive Loss / SRL）といった減災のための補助制度が実施されている。

第3節 発生する竜巻への対策

1 事前の対策

竜巻災害が発生する前の対策としては、全災害用気象ラジオ（第2章第1節参照）等での気象情報の収集や自宅へのシェルターの設置が必要である。連邦緊急事態管理庁では、自宅や職場へのシェルター設置に関する公報（FEMA P-320）¹⁷を作成しており、シェルター未設置の建物にシェルターを設置するための方法がまとめられている。シェルターの設置に適しているのは、逃げ込みやすく落下物の心配がない場所であり、地下室では角や内壁に囲まれた場所など、地上階ではトイレのほか、クローゼット、ガレージの角などといった窓のない狭い場所である。また、出入口の扉は、シェルターの外壁や天井と比べて最も損傷を受けやすい脆弱な部分であるため、ドア枠や蝶番部分などをより頑丈なものにして、シェルター全体の強度を損なわないようにする必要がある。

同公報では、シェルターの具体的な強度として、EF5の強度の竜巻では風速が時速200マイル（約322キロメートル）を超えることから、3秒間平均で時速250マイル（約400キロメートル）の風速に耐えうることが求められている。また、がれき等の飛来物にも耐えることができるよう、時速100マイル（約160キロメートル）の速度で、15ポンド（約6.8キログラム）、2×4フィート（約61×121.9センチメートル）の木片を衝突させても貫通しないことが求められている。なお、この木片の速度は、時速250マイルの風速の下で飛来するがれきの速度に相当している。

シェルターの設置費用は、シェルターの大きさ、材質、設置位置、建物と共有する壁の数、建物の基礎の状態、既存の建物に設置するかどうか、どのような扉を設置するか、といった状況により異なるが、8×8フィート（約2.4×2.4メートル）の場合は8,000ドルから9,500ドル程度、14×14フィート（約4.2×4.2メートル）の場合は14,000ドルから17,000ドル程度かかる。既製品では小型のシェルターも販売されており、10平方フィート程度（約0.93平方メートル）のシェルターであれば3,000ドル程度で購入することができる。なお、シェルターの設置費用に対する補助制度については後述する。

シェルター内には数日分の食糧・水、救急箱、懐中電灯、全災害用気象ラジオ受信機、シェルターが内側から開けられなくなった時に外部と連絡を取れる電話、シェルターから脱出するためのバール、ガス管や水道管を止めるためのレンチといった用具の準備が必要となる。

¹⁷ FEMA P-320

http://www.fema.gov/media-library-data/1418837471752-920f09bb8187ee15436712a3e82ce709/FEMA_P-320_2014_508.pdf

2 竜巻発生時に取るべき避難行動¹⁸¹⁹

国立気象局や連邦緊急事態管理庁などでは、竜巻警報が発令された際には、状況に応じて以下の避難行動を取るよう、ウェブサイトなどで周知を行なっている。

・自宅などの建物にいる場合

シェルターが設置されていれば、シェルター内に移動し、飛来するがれきから身を守るため、毛布を被って頑丈な家具やベンチなどの下に身を隠す。シェルターがなければ、建物の最低層階の中央部の部屋でできるだけ多くの毛布を被って床に伏せて身を守る。どちらの建物にいる場合であっても、がれきが飛来するため窓を閉めて可能な限り窓辺から離れる。

・モバイルホーム・トレーラーハウス等の簡易住宅にいる場合

竜巻に対して脆弱な作りとなっているため、直ちに簡易住宅を離れて近隣の頑丈な建物に避難する。

・車で移動中又は屋外にいる場合

車で竜巻から逃げ切ろうとするのではなく、直ちに近隣の頑丈な建物に避難する。竜巻が接近し、近くに避難できる建物がない場合は、車内に留まりシートベルトを着用してコートなどを被って窓より下に身を隠すか、屋外の溝などに身を隠すしかないが、竜巻に対する保護効果はあまり期待できない。

橋や高架下への避難は危険。低く平坦な場所の方が比較的安全。

飛来するがれきによる被害も多いため、飛来物についても十分に注意することが必要。

¹⁸ National Weather Service <http://www.weather.gov/ctp/TornadoSafety>

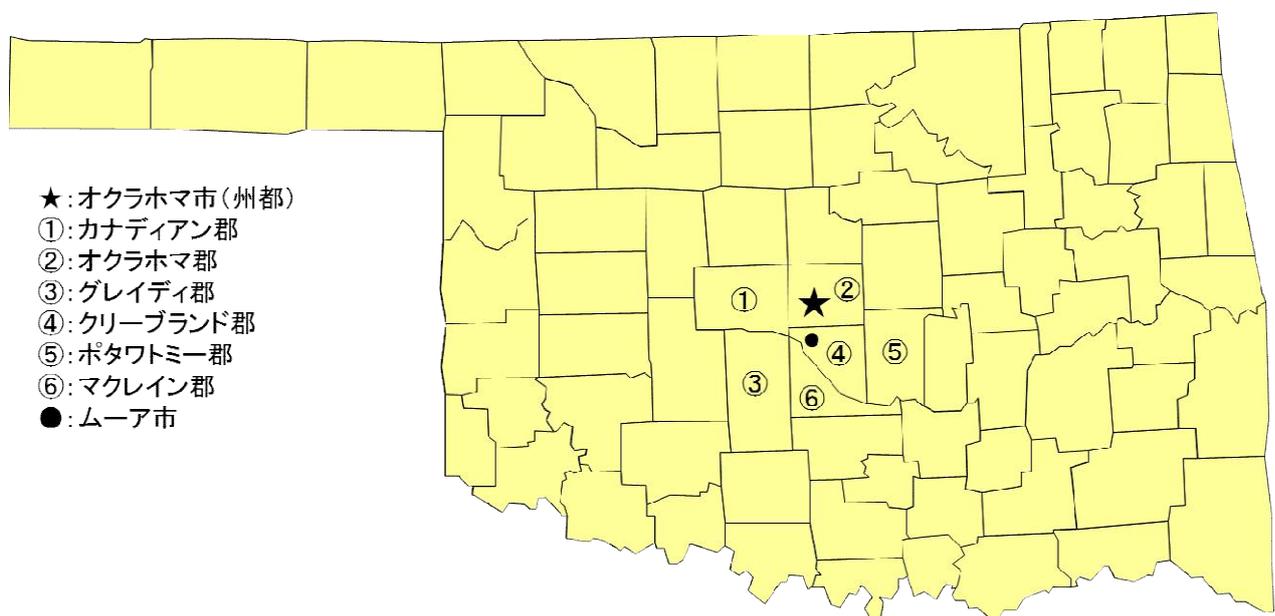
¹⁹ Natural Hazards

http://www.fema.gov/media-library-data/20130726-1549-20490-4629/natural_hazards_1.pdf

第3章 オクラホマ州で発生した竜巻による被害状況と各政府機関の対応

2013年5月20日にオクラホマ州で発生した竜巻は、最高レベルの強さであるEF5に発達した。アメリカにおけるEF5（2006年以前においてはF5）の竜巻は、1950年から2013年にかけて59件発生している。オクラホマ州ムーア市付近で発生したこの竜巻は、直近で発生したEF5の竜巻であるため、本章及び第4章において具体的な竜巻災害の事例として取り上げることとしたい。

図7 オクラホマ州ムーア市周辺の各郡



(出典：筆者作成)

第1節 被災地におけるEF5竜巻の発生・被害状況

1 EF5竜巻発生までの経緯

EF5竜巻が発生する前の5月16日の国立気象局ノーマン気象台による発表では、大気不安定になるため、5月19日から21日にかけての暴風雨により、オクラホマ州東部でひょうや竜巻の被害が発生することが予想されていた。EF5竜巻発生日の5月20日5時の時点では、13時から24時にかけて、暴風雨に伴ってひょうや落雷、竜巻の発生のおそれがあることが発表された。同日10時の時点では、雷雨などのピークが15時から20時頃であるこ

とが発表され、発生する竜巻も強力で長距離を移動するおそれがあることも併せて報じられた。同日 13 時 10 分にはオクラホマ州内を中心に 30 の郡に竜巻注意報が発令され、14 時 12 分にオクラホマ州内の 5 郡（カナディアン郡南東部、クリーブランド郡北部、グレイディ郡北東部、マクレイン郡北西部、オクラホマ郡西部（図 7））に雷雨警報が発令された。雷雨警報が発令された 5 郡のうちカナディアン郡を除く 4 郡に対して 14 時 40 分に竜巻警報が発令され、さらにクリーブランド郡内のムーア市及びオクラホマ市南部²⁰に対して 15 時 01 分に竜巻緊急事態が発令された。竜巻緊急事態の発令と同時に、非常に危険で生命を脅かす事態であるため、シェルターに避難できない場合は頑丈な建物の室内に避難するよう、呼びかけが行われた。竜巻は 14 時 56 分に発生し、最大幅で約 1.7 キロメートル、長さ約 22.5 キロメートルに渡って東北東に進んで EF5 の強さまで発達し、15 時 35 分に消滅した。竜巻発生中は、重大気象声明が 15 時 9 分、23 分、33 分に発令され、竜巻の位置情報、移動方向、ひょうの発生といった情報のほか、シェルターへの避難が呼びかけられた。竜巻緊急事態は、竜巻消滅後の 15 時 45 分に解除された（表 11、図 8）²¹。

表 11 2013 年 5 月 20 日の EF5 竜巻発生前から消滅までの警報等発令状況

05 時 00 分、10 時 00 分	深刻な気象に関する天気概況発表
13 時 10 分	オクラホマ州内を中心に 30 郡に竜巻注意報発令
14 時 12 分	オクラホマ州内の 5 郡に雷雨警報発令
14 時 40 分	オクラホマ州内の 4 郡に竜巻警報発令
14 時 56 分	竜巻発生
15 時 01 分	ムーア市及びオクラホマ市南部に竜巻緊急事態発令
15 時 09 分、23 分、33 分	重大気象声明発令
15 時 35 分	竜巻消滅
15 時 45 分	竜巻緊急事態解除

（出典：筆者作成）

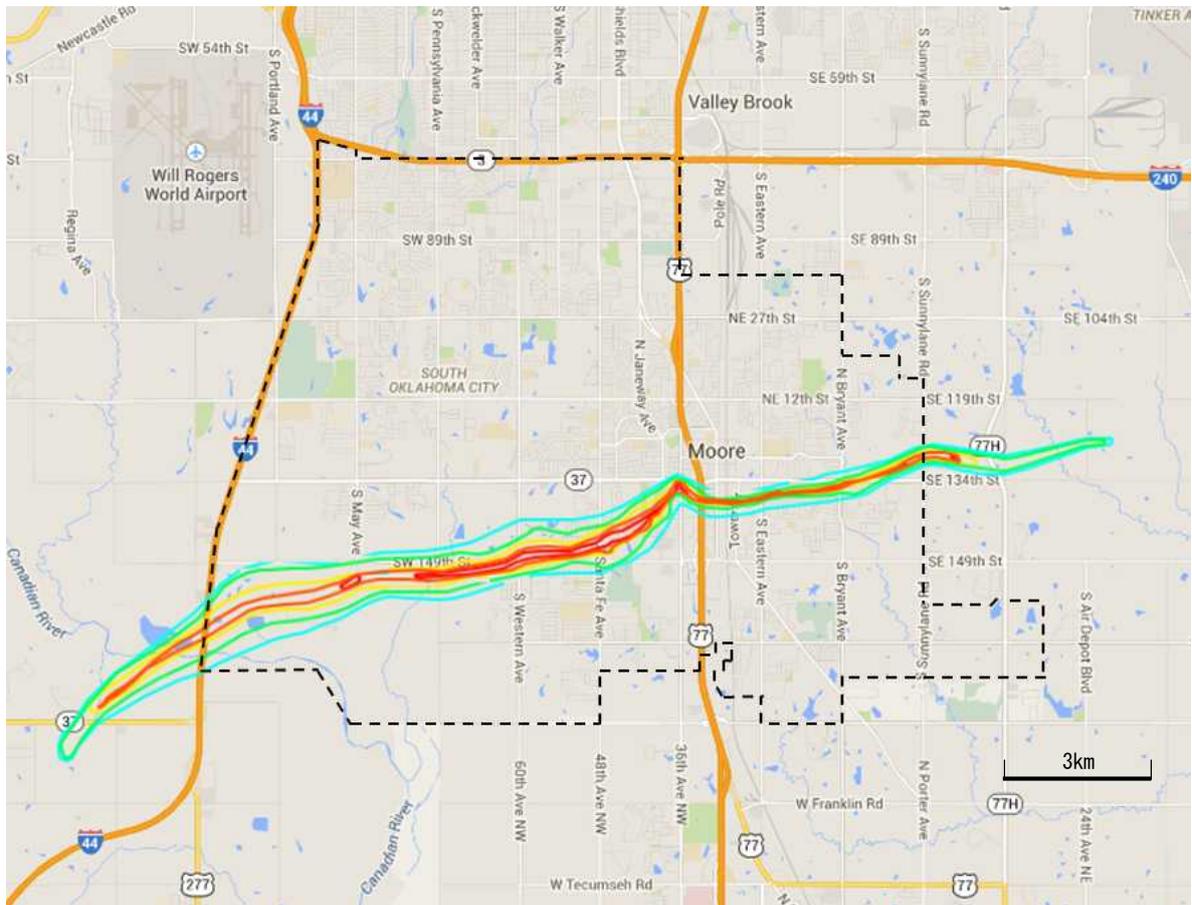
²⁰ オクラホマ市は、オクラホマ郡、カナディアン郡、クリーブランド郡及びポタワトミー郡の 4 郡にまたがっている。

オクラホマ市 <http://www.okc.gov/about/index.html>

²¹ National Weather Service Weather Forecast Office, Norman, OK

<http://www.srh.noaa.gov/oun/?n=events-20130520>

図8 竜巻が通過した地域



※1 画面中央部の西南西から東北東に伸びる領域が竜巻の通過経路（長さ約 22.5 キロメートル、最大幅約 1.7 キロメートル）

国立気象局ノーマン気象台のウェブサイト

(<http://www.srh.noaa.gov/oun/?n=events-20130520>) で竜巻が通過した地域を確認でき、薄青線が EF0、緑線が EF1、黄線が EF2、オレンジ線が EF3、赤線が EF4、紫線が EF5 の強さの領域となっている。

※2 破線の領域は竜巻緊急事態が発令された地域

(出典：国立気象局ノーマン気象台データ²²に基づき筆者作成)

²² National Weather Service Weather Forecast Office, Norman, OK

<http://www.srh.noaa.gov/oun/?n=events-20130520>

2 EF5竜巻による被害状況

オクラホマ州緊急事態管理部（Oklahoma Department of Emergency Management）は、被害状況について、5月19日の激しい嵐による被害状況を含め、同日から5月24日にかけて合計で7回の発表を行なった²³。また、同月27日には、連邦緊急事態管理庁と共同で、被害状況の初期判定を実施した。

このEF5竜巻により、死者24名、負傷者212名に上る被害が発生した²⁴。5月27日時点での初期判定によると、家屋については、3,937戸に影響が及び、そのうち1,248戸が全壊、452戸が大規模な損害、640戸が小規模な損害の被害を受けた。また、オクラホマ州保険部（Oklahoma Insurance Department）は、5月24日時点で被害総額は20億ドルに上ると発表した。

高速道路については、被災地近郊を南北に走る州間高速道路35号線（図8の破線の北端から約7キロメートル北（図外））が飛来したのがれきの影響により、20日夜まで上下線で通行止めとなった。なお、被災地のムーア市付近の高速道路出口の通行止めについては23日午前まで続いた。高速道路の点検・保全に当たり、州やムーア市の警察官らが最大で100人以上派遣された。

電力については、州内の10社の電力会社において停電が発生し、最大で約61,500戸で停電となった。なお、5月24日時点において、2社の電力会社、約4,300戸で停電が続いた。

水道については、停電により浄水場が稼働停止したため、5月21日午後まで水道供給が停止した。

²³ Oklahoma Department of Emergency Management

http://www.ok.gov/OEM/Emergencies_&_Disasters/2013/20130518_Severe_Weather_Events/index.html

²⁴ National Weather Service Weather Forecast Office, Norman, OK

<http://www.srh.noaa.gov/oun/?n=events-20130520-tornadotable>

ムーア市内の被害状況²⁵



ムーア市内を通過する竜巻



全壊した家屋とほぼ無傷の家屋



線状に続く竜巻の爪跡



Plaza Towers 小学校での救助活動



瓦礫と化した住宅地

(出典 : Denver Post ウェブサイト)

²⁵ <http://blogs.denverpost.com/captured/2013/05/20/photos-moore-oklahoma-tornado/6137/>

竜巻の通過前後を比較した上空写真²⁶



竜巻通過前（2013年4月29日）

竜巻通過後（2013年5月22日）

（出典：PetaPixel ウェブサイト）

²⁶

<http://petapixel.com/2013/05/24/google-releases-satellite-pics-of-moore-oklahoma-before-and-after-the-tornado/>

第2節 オクラホマ州政府及びムーア市の対応

大規模な災害の発生時には、州政府が中心となって対応を行う。連邦政府は州知事の要請を踏まえての支援を実施し、州政府が災害対応に要した費用に対して補助金を支給するなど、州政府のサポートを行う。

1 オクラホマ州政府の対応

オクラホマ州では、EF5竜巻災害発生2日前の2013年5月18日から、竜巻、突風、ひょう、洪水といった深刻な気象状態が続いていたため、フォーリン州知事により5月19日に州緊急事態宣言が州内の16郡に対して発令された。5月20日にはEF5竜巻災害が発生したため、フォーリン州知事は連邦政府への支援を要請し、この要請に基づいてオバマ大統領は同日夜に大規模災害宣言を発令した。

オクラホマ州で深刻な災害が発生した場合には、州緊急事態オペレーションセンター（State Emergency Operation Center）が設置され、災害に対応するための窓口として機能する。同センターを通じ、被災者は州政府からの支援を受けることができる。また、災害の発生時には、まずは州警察が被災地域への立ち入り制限といった初期対応を行い、被災地からの要望に応じ、支援物資の搬入など、州軍やアメリカ赤十字（American Red Cross）による支援が実施される。

州緊急事態管理部では職員が24時間体制で災害に備えており、災害の発生が予測される場合にはメディアに提供するための情報を作成する。州政府の各機関の情報は州緊急事態管理部に集約され、死傷者数や停電の発生といった被害状況や設置された避難所の状況、実施されている支援内容などが発表される。

州緊急事態管理部は、気象状態が深刻になった5月19日から関係各部との連携を開始し、EF5竜巻災害が発生した5月20日には州緊急事態オペレーションセンターを設置した。また、最新の情報を提供するため、専用のウェブサイト（okstrong.ok.gov）を立ち上げた。



オクラホマ州緊急事態管理部内の様子。
緊急時の際は、関係部局が同部に参集する。
※筆者訪問時（2014年12月4日）に撮影

州の各部局では、主に以下の対応が行われた。

(1) 州軍

州軍 (Oklahoma National Guard) は、竜巻災害発生当日から被災者の捜索及び救出活動を開始した。最大で 177 人の人員、46 台の車輛を被災地に派遣し、飲用水の確保にも従事した。

(2) 州保健部

州保健部 (Department of Health) では、被災者の死亡証明書の発行手数料を 6 月 30 日まで無料とし、竜巻被害の大きかったムーア市内に仮設の証明書発行所を設置した。被災地では、各郡の保健部局において、被災者やがれき撤去に従事するボランティア達に対して破傷風の予防接種が行った。また、現地で販売、無料提供される食事について、安全確認のための検査を実施した²⁷。

(3) 州精神衛生・薬物乱用庁

州精神衛生・薬物乱用庁 (Department of Mental Health and Substance Abuse Services) では、資格を持った精神衛生医のボランティアを募集し、被災地で活動できるように登録を行なった。また、被災者ヘルプラインを設置し、カウンセリング対応を行なった。

(4) 州福祉部

州福祉部 (Department of Human Services) は、低所得者向けの食費補助制度である「Supplemental Nutrition Assistance Program (SNAP)」制度をアレンジし、「Disaster-SNAP (D-SNAP)²⁸」として被災者向けに食費の補助を行なった。災害で自宅が被害を受けた被災者や、収入が減少又は無収入となった被災者などを対象とし、5 月 30 日から 6 月 5 日までの期間で実施した。被災者は写真付き身分証明書などで補助を受けることができる。

²⁷ Oklahoma State Department of Health

http://www.ok.gov/health/Organization/Office_of_Communications/News_Releases/2013_News_Releases/After_the_Storm_State_Health_Department_Provides_Update.html

²⁸ Oklahoma Department of Human Services

<http://www.okdhs.org/library/news/rel/2013/05/comm05292013.htm>

州福祉部では、オクラホマデビットカードを発行し、育児に関する補助金等をデビットカードの口座を通じて支出できるようにしている。盗難や紛失によるデビットカードの再発行は通常2週間近くかかり、再発行までの期間を短縮するには手数料が発生するが、子どもがいる世帯の支援のため、竜巻によりカードを紛失した被災者に対して迅速な再発行を無償で行なった²⁹。

(5) 州保険部

州保険部 (Insurance Department) では、竜巻災害発生後、詐欺対策チームの被災地への派遣や被災地での消費者支援指導センターの設置を行い、保険金詐欺の予防・摘発を行なって被災者の支援や保護に当たった。州保険部は、保険事業者に対する取扱免許の付与を行っており、取扱免許の付与数は、竜巻災害発生からの12営業日だけで4月の付与件数を上回る規模となった。保険の申請件数はおよそ10万件に上り、保険金の支払いが認定された金額は11億ドルに達した(2013年9月17日時点)³⁰。

(6) 租税委員会

州税法の執行や徴税については、租税委員会 (Tax Commission) が行なっている。竜巻災害の発生を受け、車輛の被災に伴い買い替えた車輛にかかる消費税の還付、同車輛の登録にかかる免許税の還付、被災者への寄付用の物品購入にかかる売上税の免除などが州議会の上下両院で議決された。これらの税制措置は、2013年5月29日から開始された³¹。

2 ムーア市の対応

竜巻災害に対する地方自治体の対応としては、市内を竜巻が通過し、最も大きな被害を受けたムーア市の対応を事例として挙げたい。

竜巻の通過範囲は数キロメートルから数十キロメートルに渡っており、複数の郡や市町村をまたがって通過するものの、州を越えて移動することは少ない。このため、竜巻災害に対する政策的・制度的な対応は州政府が中心になって行い、被災地の地方自治体では警察や消防による救助活動が主な対応となる。

²⁹ Oklahoma Department of Human Services

<http://www.okdhs.org/library/news/rel/2013/06/ocss06052013.htm>

³⁰ Oklahoma Insurance Department 2013 Annual Report

http://www.ok.gov/oid/documents/121613_Annual%20Report2013-design.pdf

³¹ Oklahoma Tax Commission Legislative Update 2013

<http://www.tax.ok.gov/publicat/2013%20Legislative%20Update.pdf>

竜巻といった災害の発生時の情報伝達手段として、ムーア市では市内の 37 か所に設置されたサイレンが活用されている。ムーア市の各世帯における全災害用気象ラジオ（NWR）の普及率は 10%程度であるため、住民にとってはサイレンが主な情報収集手段となっている³²。

今回の竜巻災害に対する具体的な対応としては、2013 年 5 月 20 日の竜巻災害の発生後、ムーア市は被災地入りを検討しているボランティア等に対し、救助等にかかる人員は足りているとして、当面の関係者以外の立ち入りを制限した。ボランティア等については 5 月 24 日から受入れを開始し、ボランティアや救援物資提供の申し出のためにコールセンターを開設した。また、慈善団体により、ボランティア登録や援助申請などのためのウェブサイトも設立された。

ムーア市議会では、激しい嵐及び竜巻による被害のため、公衆衛生及び公共の安全が脅かされている旨の宣言がなされ、連邦政府及び州政府への支援要請が決議された。このほか、シティマネジャーに対する、被災地の復旧に必要な賃借、リース及び購入にかかる権限の付与や、がれき除去のための業者を決定する議決が 5 月 22 日になされた³³。

³² ムーア市緊急事態管理部（City of Moore, Department of Emergency Management）ゲイランド・キッチ部長（Gayland Kitch, Director）への聞き取りによる（2014 年 12 月 4 日）。

³³ City of Moore 2013 Council Meeting Minutes

http://www.cityofmoore.com/sites/default/files/main-site/52213emergencytornado.min_pdf

第3節 連邦政府の対応

1 各連邦政府機関の対応³⁴

2013年5月20日にEF5竜巻災害が発生する前の5月18日から、オクラホマ州では深刻な気象による影響が発生しており、5月19日には連邦緊急事態管理庁からの連絡担当職員が同州の緊急事態オペレーションセンターに派遣された。

5月20日のEF5竜巻災害発生により、事故管理支援チーム（IMAT）を同州緊急事態オペレーションセンターに派遣し、復旧支援のための州政府及び地方自治体との調整を行なった。同時に、都市内災害捜索及び救助タスクフォース（US&R）、緊急事態対応支援即応チーム（MERS）も派遣し、被災者の救助や通信機器の設置等の任務にあたった。また、オクラホマ州を管轄する緊急事態管理局（テキサス州デントン）の人員についても厳戒態勢にあたらせた。また、初期段階被害予測（PDA）による被災状況の判定や、被災者支援プログラム（DSA Program）も実施された。

また、首都ワシントンD.C.において、連邦政府の各省庁間の調整を行う国家対応調整センター（National Response Coordination Center）を設置し、連邦緊急事態管理庁との調整を行うため、テキサス州デントンの緊急事態管理局にも地方対応調整センター（Region Response Coordination Centers）を設置した。

オクラホマ州のフォーリン州知事からの正式な支援要請に先立ち、オバマ大統領は国土安全保障省（Department of Homeland Security）のナポリターノ長官とともに州知事に対し、国土安全保障省所管の連邦緊急事態管理庁を通じ、支援を行う準備ができている旨を伝えた。

住民に対しては、テレビやラジオ等で最新の気象情報を確認し、州政府や地方自治体が安全声明を出すまではシェルター等で身を守るよう、連邦緊急事態管理庁が周知を行なった。また、連邦緊急事態管理庁では、スペイン語のほか、多言語での専用ウェブサイトを経営しているため、英語を母国語としない住民に対しても専用ウェブサイトで情報を収集するよう呼びかけた。また、深刻な気象状態が続く見込みであるため、オクラホマ州の周辺の州に対しても警戒を呼びかけた。

連邦政府の他の機関では、主に以下の対応が行われた。

（1）保健福祉省（Department of Health and Human Services）

自然災害の際などに負傷者に対して迅速な医療手当を行う災害医療支援チーム（Disaster Medical Assistant Teams / DMATs）を3チーム被災地に派遣した。また、災害による心理

³⁴ Federal Emergency management Agency <https://www.fema.gov/disaster/4117>

的ストレスを負った被災者のため、多言語で 24 時間対応可能な通話料無料のヘルプラインを開設した。

(2) 運輸省 (Department of Transportation)

被災地において、道路の通行や補修、救援物資や人員の輸送に支障が出ていることから、地域緊急事態宣言を発令した。

(3) 財務省国税局 (Internal Revenue Service, Department of the Treasury)

州内の 9 郡で被災した納税者 (個人及び法人) に対し、納入期限が 2013 年 5 月 18 日以降となっているものについて、納入期限を 2013 年 9 月 30 日まで延期した。

(4) 国防総省 (Department of Defense)

被災地における軍の活動状況の把握等を行う防衛調整チーム (Defense Coordinating Element) を派遣し、被災地での復旧活動を支援した。また、相互扶助協定により、ティンカー空軍基地から消防設備及び消防士をムーア市に派遣した。

(5) 住宅都市開発省 (Department of Housing and Urban Development)

連邦住宅局 (Federal Housing Administration) の保証でローンを組んだ被災者に対して、担保の執行を 90 日間延期した。また、持ち家を失った被災者へのローン貸付けといった支援を実施した。

(6) 農務省

農作物や農業設備に被害を受けた被災者に対する緊急の貸付けや、被災した私有林の保護に対する支援、被災者への食糧の提供等を実施した。

2 大規模災害宣言発令に伴う補助内容³⁵

大統領が5月20日に発令した大規模災害宣言により、5月18日から始まった暴風雨及び竜巻による災害の被災者に対し、連邦政府による支援が開始されることとなった。支援の対象とされたのは、オクラホマ州内の5郡（クリーブランド郡、リンカーン郡、マクレイン郡、オクラホマ郡、ポタワトミー郡）であり、以下の支援が開始された。その後、5月28日から6月2日にかけて発生した暴風雨被害についても支援が適用されることとなり、対象地域はカナディアン郡も追加され6郡となった。

支援の申請の際は、専用のウェブサイト（www.disasterassistance.gov）を利用して自分に必要な支援を検索し、オンラインで申し込むことができる。

個人、法人等に対する支援

- ・一時的な住居への入居に対する補助（連邦緊急事態管理庁）
- ・住居補修及び転居に対する補助（連邦緊急事態管理庁）
- ・財産の移転、医療の受診、葬儀及び移動等に対する補助（連邦緊急事態管理庁（75%）及び州政府（25%））
- ・災害を原因とした失業（自営業者を含む）に対する最大26週間の失業手当（連邦緊急事態管理庁（運用は州政府））
- ・住宅、個人財産及び企業の財産の取得に対する低金利の貸付け（中小企業庁）
- ・中小企業、農業協同組合、非営利組織に対する最大200万ドルの貸付け（中小企業庁）
- ・農場経営者、水産業者に対する最大50万ドルの貸付け（農務省）

州政府及び地方自治体に対する支援

- ・がれきの除去、人命救助等のために取られた緊急措置に対する最大75%の補助（連邦緊急事態管理庁（運用は州政府））
- ・減災関連事業に対する最大75%の補助（連邦緊急事態管理庁（運用は州政府））

個人に対する支援は、3,666人の申請が認可され、合計約1,500万ドルの支出が予定されている。また、州政府及び地方自治体に対する支援については、合計約4,700万ドルの基金が利用できる状態となった（2015年3月17日時点）。

³⁵ Federal Emergency management Agency <https://www.fema.gov/disaster/4117>

第4章 オクラホマ州で発生した竜巻被害からの復旧と防災・減災に向けた取り組み

第1節 居住環境・自然環境の復旧

1 がれきの撤去³⁶³⁷

竜巻の影響により道路などに散乱したがれきについては、州運輸部 (Department of Transportation) や州有料道路局 (Turnpike Agency)、州農務部 (Department of Agriculture) らによって撤去が開始された。がれきの撤去に要した費用については、通常 75%まで連邦緊急事態管理庁から補助される。ただ、今回のオクラホマ州の竜巻災害については、撤去開始から 30 日間分の費用に対する補助率が 85%まで引き上げられ、早急ながれきの撤去が進められた。

竜巻は住居や車のほか学校や病院も襲ったため、散乱したがれきにはコンクリートや金属片、樹木やガラスだけでなく、薬品などの有毒な物質も含まれている可能性がある。そのため、州環境部 (Department of Environmental Quality) では、州内の自治体や住民に向けてがれきの処理にかかる注意を呼びかけている。

がれきには危険物が含まれている一方、リサイクル可能な金属等も含まれているため、連邦緊急事態管理庁では、リサイクルした金属等の売却益をがれきの撤去費用に充当している。

がれきの撤去や住宅の新築・改築に乗り、がれきの不法投棄も発生した。がれきの投棄は適切に行わなければならない、不法投棄は有罪になるとの警告が州環境部から行われた³⁸。

がれきの撤去に関する連邦緊急事態管理庁による補助は、公道などの公有財産が対象となっており、州政府や地方自治体が補助を受け取ることとなっている。そのため、私有地内に散乱するがれきについては、土地の所有者が自ら処理費用を負担しなければならない。加入している保険によっては、私有地内のがれき処理も対象となっている場合もあるため、土地の所有者はまず始めに保険会社と連絡を取る必要がある。

³⁶ Federal Emergency management Agency

<http://www.fema.gov/blog/2013-05-24/all-stuff-called-debris>

³⁷ Oklahoma Department of Environmental Quality

http://www.deq.state.ok.us/tornado/DebrisRemoval_PrivateProperty.pdf

³⁸ Oklahoma Department of Environmental Quality

<http://www.deq.state.ok.us/tornado/DisposalRoofingMaterials.pdf>

2 水質・大気汚染の調査

飛来したがれきや有害物質の河川への流入、地下水への浸透により、水質汚染が発生している可能性が想定された。浄水場については安全が確認され、竜巻発生翌日の2013年5月21日から水道供給が再開したものの、私有地内の井戸については水質が確認されていないため、竜巻の影響があった地域の希望者には、水質検査キットを配付して無料の水質検査を実施した。2013年6月5日の時点で400件以上の水質検査を実施し、無料の水質検査の受付は7月10日まで実施された³⁹。

竜巻が建造物を破壊したことにより、がれきから大量の粉塵等が発生した。粉塵等による人体への影響を考慮し、連邦環境保護庁（U.S. Environmental Protection Agency）では、竜巻が通過した地域で大気汚染物質であるPM2.5の濃度調査を実施した。結果的には、測定した5か所での数値は通常の数値を示しており、粉塵等による大気汚染の影響はほとんどないことが確認された⁴⁰。

3 森林への影響⁴¹

竜巻に襲われた森林では、強い風により樹木がなぎ倒されたり、幹や枝に損傷を受ける。損傷を受けた樹木は、次に来る竜巻や嵐により倒木するおそれもあり、また、害虫に対する抵抗力が弱まっている可能性もある。すでに倒れている樹木であっても、放置していれば乾燥して山火事の拡大を招きかねない。そのため、損傷を受けた樹木の手入れや倒木の撤去等を行う必要があり、州農林食料部（Department of Agriculture, Food and Forestry）では、連邦農務省と連携し、効果的に森林を保護するための技術的な支援や被害状況の査定を実施している。

³⁹ Oklahoma Department of Environmental Quality
<http://www.deq.state.ok.us/mainlinks/media/2013news/jun/DEQ%20Announces%20Free%20Bacterial%20Testing%20to%20End%20Soon.pdf>

⁴⁰ Oklahoma Department of Environmental Quality
<http://www.deq.state.ok.us/AQDnew/tornado.pdf>

⁴¹ Oklahoma Department of Agriculture, Food and Forestry
<http://www.forestry.ok.gov/actions-following-a-tornado>

4 ペット・家畜等の保護⁴²

竜巻による被害は、住民や建物だけではなく家畜やペットにも及び、飼い主不明の 200 匹以上のペットや家畜が州内のシェルターに収容された。州農林食料部は、獣医やボランティアらと協力して家畜やペットの身元確認や飼い主への情報提供などを行なった。その際、フェイスブックといった SNS が有効に活用され、同部のフェイスブックに載せられた「**Look for your lost Tornado pet here**」のページには、多くの投稿が寄せられ、被災者がペットや家畜を特定するための有力な情報源となった。

⁴² Oklahoma Department of Agriculture, Food and Forestry

<http://www.oda.state.ok.us/tornado-relief.htm>

第2節 防災・減災に向けた取組み

1 シェルター設置にかかる支援

シェルターの設置は、連邦緊急事態管理庁で実施している減災補助プログラムの対象となっているため、州政府や地方自治体では当該制度を活用してシェルター設置推進のための補助事業を行なっている。竜巻の発生時には、屋外に避難するよりは屋内で竜巻の通過を待つ方が比較的安全であることから、オクラホマ州とムーア市では、住民のシェルター設置に関し、以下の補助事業を実施している。

(1) オクラホマ州

セーフルーム補助プログラム (SoonerSafe Safe Room Rebate Program⁴³) は、連邦緊急事態管理庁からの補助を原資とした住民への補助制度であり、2011年に現行の制度に改正された。

受給資格： オクラホマ州内に自宅を所有しているか、州内に自宅を新築・再建する個人。

集合住宅、借借人は不可。所得制限はなし。

補助対象： 連邦緊急事態管理庁の基準を満たしたシェルターで、給付決定日以降に設置されるもの。リースされたシェルター、2軒目以降への設置、給付決定日以前に設置していたシェルターの修理費用は対象外。

補助額： シェルター設置費用の75%を限度とし、最大2,000ドル

申請期間： 通年

申請方法： 専用のウェブサイト

(<https://www.ok.gov/OEM/saferoom/app/index.php>) からオンラインでのみ申請可能

決定方法： 一定期間ごとに登録者リストの中から無作為で決定され、給付の決定は電子メールにより通知される。給付決定後、申請者は30日以内に受給するかどうかの回答を行い、必要書類等を提出する。

その他： 一度申請すればリストに搭載され、受給が決定されるまでリストから削除されない。

⁴³ Oklahoma Department of Emergency Management, SoonerSafe Safe Room Rebate Program
<https://www.ok.gov/OEM/saferoom/app/index.php>

受給額を所得として申告する必要はなく、2002年1月1日以降に設置された100平方フィート(約9.3平方メートル)以内の広さのシェルターについては、財産税の控除措置が取られる。

(2) ムーア市

家庭用シェルター補助プログラム (Residential Storm Shelter Rebate Program⁴⁴) は、連邦緊急事態管理庁及びアメリカ赤十字等からの補助を原資とした住民への補助制度であり、2013年5月の竜巻災害を契機に2014年1月から開始された。

受給資格： ムーア市内に自宅を所有しているか、市内に自宅を新築・再建する個人。集合住宅、賃借人は不可。所得制限はなし。

補助対象： 連邦緊急事態管理庁の基準を満たしたシェルターで、給付決定日以降に設置されるもの。リースされたシェルター、2軒目以降への設置は対象外。給付決定日以前に設置していたシェルターについては、2013年5月20日の竜巻により被害を受けたものの修理費用のみ対象。

補助額： 最大2,500ドル

申請期間： 2014年1月22日から同年2月28日まで

申請方法： オクラホマ州のセーフルーム補助プログラム登録用ウェブサイト (<https://www.ok.gov/OEM/saferoom/app/index.php>) からオンラインでのみ申請可能。

決定方法： 2013年5月20日の竜巻により、住宅が全壊又は半壊した住民への支給が優先。その他の住民に対しては登録者リストの中から無作為で決定され、郵便やウェブサイト等により通知される。給付決定後、申請者は45日以内にシェルター設置準備を開始し、必要書類等を提出する。

その他： オクラホマ州の補助制度にも同時に登録することができるが、重複して受給することはできない。

受給額を所得として申告する必要はなく、2002年1月1日以降に設置された100平方フィート(約9.3平方メートル)以内の広さのシェルターについては、財産税の控除措置が取られる。

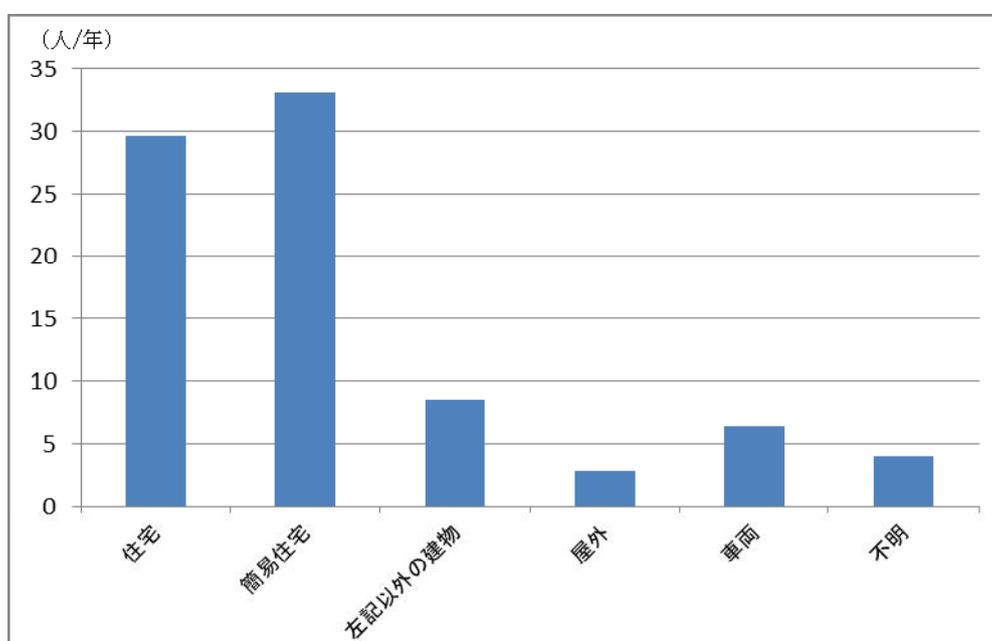
⁴⁴ City of Moore, Residential Storm Shelter Rebate Program

<http://www.cityofmoore.com/ShelterMoore>

2 モバイルホーム・トレーラーハウス等の簡易住宅に対する対策

アメリカでは、戸建ての住居を所有することのできない低所得者層がモバイルホームやトレーラーハウスといった簡易住宅を利用していることがあり、これらの簡易住宅はモバイルホームパークといった敷地内に集合して設置されている。全米の住宅数約1億3,300万戸のうち、簡易住宅はその約5%にあたる700万戸となっている⁴⁵。しかし、竜巻による犠牲者数の死亡場所を、住宅、簡易住宅、それ以外の建物、屋外、車輦、その他・場所不明により分類すると、約5%にすぎない簡易住宅での死者が最も多く、簡易住宅は竜巻に対して脆弱な構造物であることがうかがえる（表12）。

表12 全米の竜巻による年間平均犠牲者数・場所別（1994年～2013年）



（出典：Storm Prediction Center データ⁴⁶に基づき筆者作成）

これらの簡易住宅は、設置・移動が容易にできる一方、土地にしっかりと固定されているわけではないため、強力な竜巻に襲われた場合、簡易住宅内に避難しても簡易住宅ごとさらわれかねない。また、簡易住宅を設置する土地が借地であれば、所有権の問題から地下にシェルターを設置することは困難となる。実際に、オクラホマ州のセーフルーム補助プログラムでは、簡易住宅の所有者はシェルター設置のための補助を受けることが可能であるものの、

⁴⁵ American Housing Survey 2013

<http://www.census.gov/programs-surveys/ahs/data/2013/national-summary-report-and-tables---ahs-2013.html>

⁴⁶ Storm Prediction Center <http://www.spc.noaa.gov/climo/torn/fatalmap.php>

当該簡易住宅とその簡易住宅が置かれた土地を所有していなければいけない旨がウェブサイト上で明記されている⁴⁷。

簡易住宅における竜巻被害を軽減させるため、連邦政府は 2003 年に竜巻シェルター法⁴⁸を制定した。この制度改正により、主に低所得者層で構成される、20 戸以上の簡易住宅が集まるモバイルホームパークにおいて共用の竜巻シェルターを設置した際に、設置費用に対して地域開発包括補助制度（Community Development Block Grant Program）から補助金を支出できるようになった。

しかし、オクラホマ州政府及びムーア市に 2014 年 12 月 4 日に聞き取り調査を行ったところ、この制度の利用によりモバイルホームパーク内にシェルターが設置された事例は把握されていなかった。モバイルホームパーク内の住民からシェルター設置の要望はあがっているものの、モバイルホームパークはあくまで事業として経営されているため、オーナーにとって、費用負担や維持管理責任が発生する共用シェルターの設置はメリットがないものとして敬遠されているようである。

3 シェルターの設置状況

(1) オクラホマ州

オクラホマ州では、竜巻用シェルターの各家庭への普及率は把握されていないものの、セーフルーム補助プログラムに基づいて 2,000 基以上のシェルターが設置された。同プログラムにより、オクラホマ州では各家庭でのシェルター設置が進んでいるものの、コミュニティレベルでのシェルターは同プログラムの対象外ということもあり、設置は進んでいない。かつては教会や小学校などがそのようなコミュニティ用のシェルターを設置していたものの、最近では減少してきている。しかし、竜巻の発生は夕方頃が最も多く、大半の学校では生徒が校内にいる時間帯となっており、実際に、2013 年 5 月の竜巻災害では、竜巻は昼過ぎに発生して小学校を襲ったために多くの生徒が亡くなった。このことから、オクラホマ州では州内の 85 校に共用シェルターを設置するための基金を創設した⁴⁹。

⁴⁷ Oklahoma Department of Emergency Management, SoonerSafe Safe Room Rebate Program, FAQ.20

[http://www.ok.gov/OEM/Programs & Services/SoonerSafe Safe Room Rebate Program/Frequently Asked Questions.html](http://www.ok.gov/OEM/Programs%20&%20Services/SoonerSafe%20Safe%20Room%20Rebate%20Program/Frequently%20Asked%20Questions.html)

⁴⁸ Public Law 108-146 Dec. 3, 2003

<http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/PLAW-108publ146/pdf/PLAW-108publ146.pdf>

⁴⁹ オクラホマ州緊急事態管理部マイクラン・ウーテン副部長（Michelann Ooten, Deputy Director）への聞き取りによる（2014 年 12 月 4 日）。

また、竜巻用シェルターの製作・設置会社は、10年ほど前までは州内で4、5社程度しかなかったが、その後増加しており、シェルター業界自体も拡大傾向にある。シェルター設置のためのローンを取り扱っている民間金融機関もあり、一例を挙げれば、オクラホマ州内で展開している金融機関 FAA クレジットユニオンでは、5,000ドルの貸付上限で12ヶ月・0.95%、24ヶ月・1.95%、36ヶ月・2.95%のローンを実施している⁵⁰。このようなローン制度の後押しもあり、シェルターの普及が進む状況が整ってきている。

(2) ムーア市

ムーア市では、家庭用シェルター補助プログラムによって家庭でのシェルター設置が進み、市内では約7,000の家庭用シェルターが設置され、約22,000人の住民をカバーする規模になった⁵¹。ムーア市の人口は約55,000人⁵²（2010年）であるため、ムーア市の住民の約4割が自宅にシェルターを保有しているといえる。

ただ、ムーア市内の学校では、32校のうち4校しかシェルターは設置されておらず、そのうちの2校では2013年5月の竜巻災害以降に設置された。学校へのシェルターの設置は、ムーア市ではなく学区が管轄しており、シェルターの設置を検討しているものの時間がかかっている。2013年5月の竜巻災害では、病院が竜巻の被害を受けたが、学校の状況と同様に、病院ではシェルターはほとんど設置されていない。公共施設へのシェルター設置は遅れているものの、2011年にミズーリ州ジョプリンで発生した大規模な竜巻災害を機に、国内の公共施設に対し、シェルターの設置を法律で義務付けようという動きも出てきている。

⁵⁰ FAA Credit Union <https://www.faaecu.org/loans/consumer-loans/storm-shelter>

⁵¹ ムーア市緊急事態管理部ゲイランド・キッチ部長への聞き取りによる（2014年12月4日）。

⁵² U.S. Census Bureau <http://quickfacts.census.gov/qfd/states/40/4049200.html>

第5章 日本の竜巻対策の状況と検討課題

日米の年間竜巻発生件数を比べると、アメリカでは年間平均約 1,247 件（1994 年から 2013 年までの平均）の竜巻が発生しているのに対し、日本では約 26 件（2007 年から 2013 年までの平均（海上竜巻を除く））と、アメリカの発生件数の約 50 分の 1 となっている。ただ、日本の面積はアメリカの約 25 分の 1（アメリカ合衆国：約 963 万平方キロメートル、日本：約 38 万平方キロメートル⁵³）であるため、1 万平方キロメートル当たりの年間竜巻発生件数を算出すると、アメリカは約 1.29 件、日本は約 0.68 件と、実際の発生数に比べるとさほど差がないように感じられる。もちろん、アメリカで発生する竜巻は、地域的には中西部に集中し、また、強力な竜巻の発生数も多いため、日米の竜巻発生の状況を同列に比べることは得策ではない。だが、日本で発生する竜巻は、決して「滅多に起こらないまれな災害」ではなく、「発生はまれだが起こりうる災害」であることは確かであり、起こりうる災害であるものと認識し、積極的に対策を進めることが必要だと考えられる。

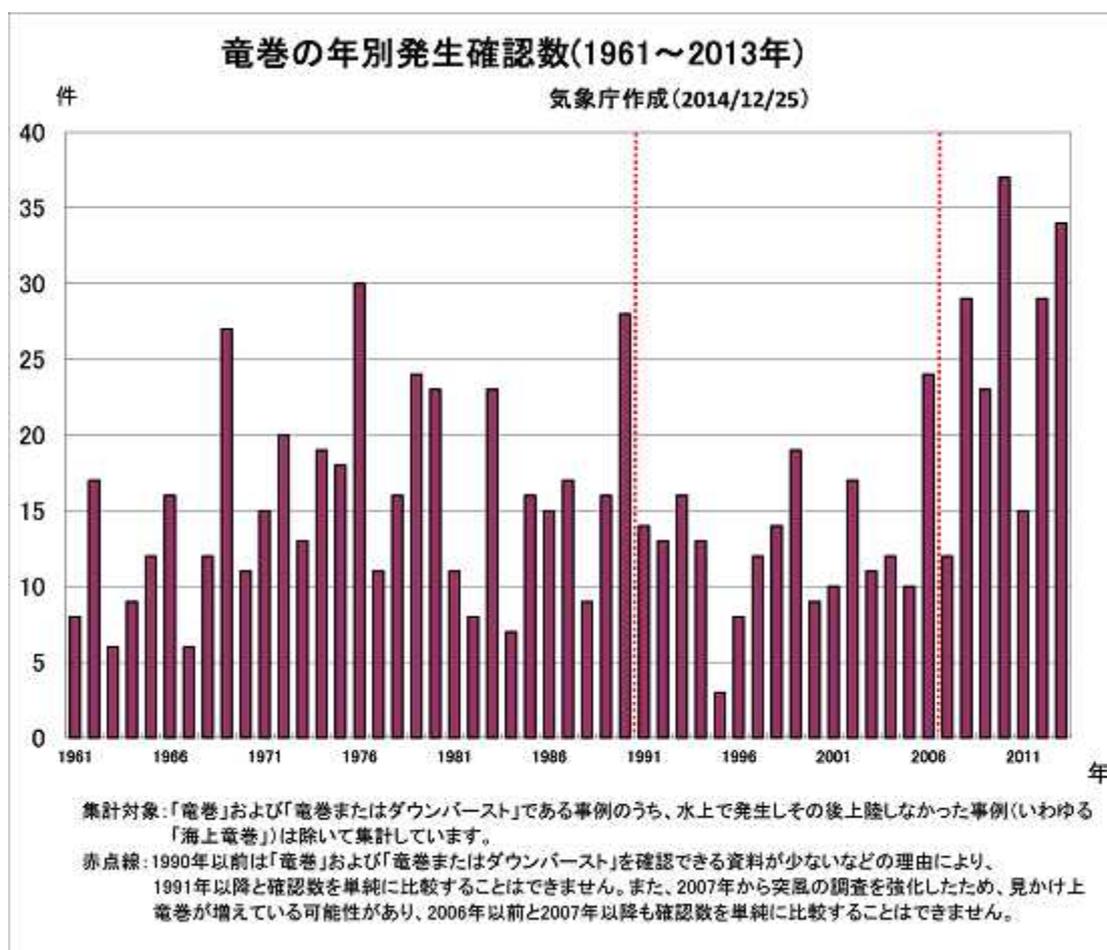
このため、本章では現在の日本の竜巻対策の状況と今後の検討課題について述べることにする。

⁵³ 外務省 http://www.mofa.go.jp/mofaj/kids/ranking/men_o.html

第1節 竜巻被害の概況

日本における竜巻の発生数は1年当たり約26件（2007年～2013年、海上竜巻を除く。）となっている（表13）。なお、1991年と2007年に統計方法の変更が行われているため、「1990年以前」、「1991年から2006年まで」、「2007年以降」のそれぞれの時期における竜巻発生数を単純に比較検討することはできない。

表13 竜巻の年別発生確認数（1961年～2013年）



(出典：気象庁ウェブサイト⁵⁴)

⁵⁴ 気象庁 <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/tornado/stats/annually.html>

竜巻の発生確認数を月別に見ると、5月に発生数のピークがあるアメリカとは異なり、9月の発生確認数が最も多い（表14）。これは、竜巻は台風に伴って発生することがあり、台風の接近・上陸数自体が秋に多いこと、また、春・秋には低気圧が周期的に移動してくることが多く、低気圧に伴う前線付近で竜巻が発生することがある、といった季節の特徴によるものである。

表14 竜巻の月別発生確認数（1991～2013年）



(出典：気象庁ウェブサイト⁵⁵)

⁵⁵ 気象庁 <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/tornado/stats/monthly.html>

竜巻の発生確認数を地域別に見ると、東北地方の日本海側、本州・四国・九州の南岸及び沖縄県で発生確認数が多くなっている（表15）。

表15 都道府県別発生確認数(1991～2013年)

	件数		件数		件数		件数
宗谷地方	1	青森県	4	静岡県	10	広島県	0
上川地方	0	秋田県	19	愛知県	16	島根県	3
留萌地方	5	岩手県	2	岐阜県	4	鳥取県	2
石狩地方	3	宮城県	3	三重県	8	香川県	3
空知地方	4	山形県	9	新潟県	16	徳島県	3
後志地方	0	福島県	1	富山県	3	愛媛県	1
網走・北見・紋別地方	2	茨城県	10	石川県	8	高知県	29
根室地方	0	栃木県	7	福井県	6	山口県	6
釧路地方	0	群馬県	4	滋賀県	1	福岡県	6
十勝地方	2	埼玉県	14	京都府	2	大分県	1
胆振地方	5	東京都	8	大阪府	0	長崎県	5
日高地方	12	千葉県	11	兵庫県	1	佐賀県	5
渡島地方	2	神奈川県	5	奈良県	1	熊本県	3
檜山地方	3	長野県	2	和歌山県	12	宮崎県	23
(北海道計)	39	山梨県	2	岡山県	2	鹿児島県	22
						沖縄県	42

(出典：気象庁ウェブサイト⁵⁶)

⁵⁶ 気象庁 <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/tornado/stats/huk.html>

第2節 竜巻の発生に関する情報

1 竜巻注意情報⁵⁷

竜巻注意情報は、積乱雲の下で発生する竜巻等の激しい突風に対して注意を呼びかける情報で、雷注意報⁵⁸を補足する情報として、各地の气象台等が担当地域（概ね県）を対象に発表する（北海道は14地域で発表、島しょ地域はその地域ごとに発表）。竜巻に関する気象情報は、段階的に発表され、竜巻注意情報の発表は最終段階で行われる。

- ・ 半日～1日程度前には、気象情報で「竜巻などの激しい突風のおそれ」と明記して発表
- ・ 数時間前には雷注意報でも「竜巻」と明記して発表。特段の注意を呼びかける
- ・ まさに竜巻等が発生しやすい気象状況となった段階で竜巻注意情報が発表される

後述する竜巻発生確度ナウキャストで発生確度2が現れた地域に発表され、また、竜巻等の目撃情報が得られて竜巻等が発生するおそれが高まったと判断された場合にも発表される。竜巻注意情報の有効期間は発表から1時間。

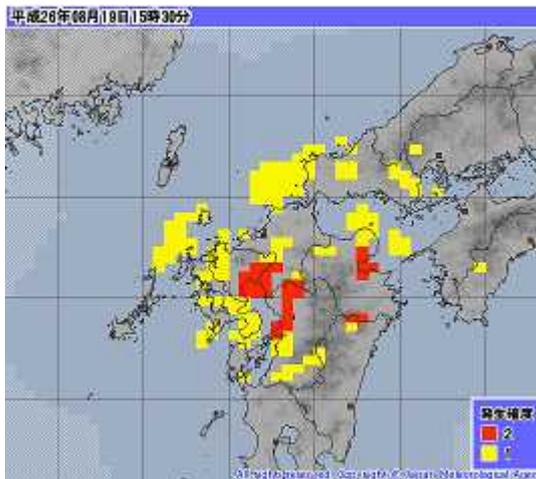
⁵⁷ 気象庁 <http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/bosai/tatsumaki.html>

⁵⁸ 落雷により災害が発生するおそれがあると予想したときに気象庁から発表される注意報。発達した雷雲の下で発生することの多い突風や「ひょう」による災害についての注意喚起を付加することもあり、急な強い雨への注意についても雷注意報で呼びかけられる。

気象庁 http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/bosai/warning_kind.html

2 竜巻発生確度ナウキャスト⁵⁹

10 キロメートル四方の領域ごとに竜巻等の発生のしやすさを解析しており、実況と1時間先までの予測を10分毎に気象庁がウェブサイト (<http://www.jma.go.jp/jp/radnowc/>) 上で発表している。



発生確度2	竜巻などの激しい突風が発生する可能性があり注意が必要である。予測の適中率 [※] は5～10%程度、捕捉率は20～30%程度である。発生確度2となっている地方(県など)に竜巻注意情報が発表される。
発生確度1	竜巻などの激しい突風が発生する可能性がある。発生確度1以上の地域では、予測の適中率 [※] は1～5%程度であり発生確度2に比べて低くなるが、捕捉率は60～70%程度であり見逃しが少ない。

※ 発生確度2の予測の適中率 : 発生確度2となった場合を「竜巻あり」の予測としたとき、予測回数に対して実際に竜巻が発生する割合
 ※※ 発生確度1以上の予測の適中率 : 発生確度1以上となった場合を「竜巻あり」の予測としたと予測回数に対して実際に竜巻が発生する割合

竜巻発生確度ナウキャストの発表例

(出典：気象庁ウェブサイト)

⁵⁹ 気象庁 <http://www.jma.go.jp/jp/radnowc/index.html?areaCode=000&contentType=2>

第3節 国内の竜巻発生事例

竜巻の強さを6段階（F0～F5）に分類したFスケールにおいて、F4以上の強さとなる竜巻の発生が国内で確認されたことはなく、観測史上最も強力な竜巻はF3レベルの竜巻である。F3の強さの竜巻は、直近では2012年5月に茨城県常総市で観測された。具体的な竜巻災害の事例として、茨城県常総市で発生した竜巻被害の概況について以下のとおり紹介したい。

2012年5月6日は、上空に強い寒気が流れ込むと同時に地上付近に暖かく湿った空気が流れ込んでおり、大気の状態が不安定となっていた。5時35分には気象庁から雷と突風及び降ひょうに関して気象情報が発表され、その後間もなく5時47分に竜巻やひょうの発生するおそれも明示された雷注意報が発令された。12時35分頃、茨城県常総市内で竜巻が発生し、12時38分には竜巻注意情報が発令された。F3の強さに発達した竜巻は最大幅で約500メートル、長さ約17キロメートルに渡って東北東に進み、同日12時53分頃に同県つくば市内で消滅した。発令されていた竜巻注意情報は18時30分に解除された（表16）。この竜巻により、死者1名、負傷者37名の被害が発生し、76戸の住宅が全壊、158戸の住宅が半壊となった。基礎から転倒した住宅があったほか、トラックの横転、倒木といった被害もみられた⁶⁰。

表16 2012年5月6日のEF3竜巻発生前から消滅までの竜巻注意情報等の発表状況

05時35分	雷と突風及び降ひょうに関する茨城県気象情報発表
05時47分	雷注意報（竜巻、ひょう）発令
12時35分頃	竜巻発生
12時38分	竜巻注意情報発表
12時53分	竜巻消滅
18時30分	竜巻注意情報解除

（出典：気象庁ウェブサイト⁶¹）

⁶⁰ 気象庁 <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/tornado/2012050603/list.html>

⁶¹ 気象庁 http://ds.data.jma.go.jp/fcd/tatsumaki/tatsumaki_jyoho_rireki_2012.html

茨城県常総市で発生した F3 の強さの竜巻のほか、死者を発生させた竜巻の発生事例は表 18 のとおりとなっている。

表17 死者1名以上、またはFスケールでF3の強さの竜巻発生事例(1981年以降)

発生日時	発生場所	Fスケール	死者	負傷者	住家全壊	住家半壊
2012年5月6日 12時35分頃	茨城県 常総市	F3	1	37	76	158
2011年11月18日 19時10分頃	鹿児島県 大島郡徳之島	F2	3	0	1	0
2006年11月7日 13時23分	北海道 佐呂間町	F3	9	31	7	7
2006年9月17日 14時03分	宮崎県 延岡市	F2	3	143	*79	*348
1999年9月24日 11時07分	愛知県 豊橋市	F3	0	415	40	309
1997年10月14日 13時45分	長崎県 郷ノ浦町	F1～F2	1	0	0	0
1991年2月15日 11時00分頃	福井県(湖上)	F1	*1	*5	*1	0
1990年12月11日 19時13分	千葉県 茂原市	F3	1	73	82	161
1990年2月19日 15時15分頃	鹿児島県 枕崎市	(F2～F3)	1	18	29	88

被害数の「*」は、他の気象現象による被害数も含む。

藤田スケールの括弧は、文献等からの引用または被害のおおまかな情報から推定したもの。

(出典：気象庁ウェブサイト⁶²)

⁶² 気象庁 <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/tornado/special/special.html>

第4節 日本で行われている竜巻対策

1 竜巻等突風対策検討会

2006年9月に宮崎県延岡市で発生したF2の強さの竜巻及び同年11月に北海道佐呂間町で発生したF3の強さの竜巻による被害を受け、同年11月に内閣府に竜巻等突風対策検討会が設置された。同検討会では、日本における竜巻等突風災害の特徴と発生時の避難行動についてパンフレットを作成し、関係省庁の今後の取組みについて取りまとめを行なった⁶³。

2 竜巻等突風対策局長級会議（2012年）

2012年5月に茨城県常総市で発生したF3の竜巻による被害を受け、竜巻等の突風に対する対策を強化するため、同年5月に竜巻等突風対策局長級会議（以下「2012年会議」という。）が内閣府に設置された。2012年会議では、当面の取組みとしては竜巻注意情報を活用することとし、市町村が住民に対して適切な情報伝達を行えるよう、竜巻注意情報を活用した対応例を取りまとめて例示した。また、国において、竜巻等突風に関する普及啓発の推進、防災担当者の竜巻等突風に関する理解の向上、竜巻注意情報の住民への適切な情報伝達に関する対応、重要施設等における安全対策の推進に直ちに取り組むこととした。中長期的な取組みとしては、竜巻注意情報等の予測精度を向上させるための方策、人的被害を軽減させるための方策、物的被害を軽減させるための方策、被災者支援に関する取組みを実施することとした⁶⁴。

3 竜巻等突風対策局長級会議（2013年）

2013年9月に埼玉県及び千葉県で発生した竜巻による被害、同月に栃木県、三重県及び高知県で発生した竜巻による被害を受け、2012年会議が取りまとめた報告をフォローアップの上、施策を抜本的に見直すため、2013年9月に竜巻等突風対策局長級会議（以下「2013年会議」という。）が内閣府に設置された。2013年会議では、施策の柱を以下の5つとして各施策の充実を図ることとした⁶⁵。

（1）予測情報の改善

⁶³ 内閣府竜巻等突風対策検討会（平成19年6月） 竜巻等突風対策の強化に向けた検討会報告
http://www.bousai.go.jp/fusuigai/tatsumaki/pdf/tornado_report.pdf

⁶⁴ 竜巻等突風対策局長級会議（平成24年8月15日）「竜巻等突風対策局長級会議」報告
<http://www.bousai.go.jp/fusuigai/tatsumakikyokucho/pdf/houkoku.pdf>

⁶⁵ 竜巻等突風対策局長級会議（平成25年12月26日）「竜巻等突風対策局長級会議」報告
<http://www.bousai.go.jp/fusuigai/tatsumakikyokucho/pdf/h25-t/houkoku.pdf>

- ・気象レーダー観測処理装置を更新してより狭い範囲での分解能力を高め、2016年度からの竜巻注意情報への活用を目指す。
- ・異なる種類のレーダーを組み合わせたシステムを構築し、極端な気象を観測する技術の高度化を目指す。等

(2) 災害情報等の伝達の在り方

- ・竜巻の目撃情報を収集し、竜巻注意情報へ反映させる（2014年8月から実施）。
- ・竜巻注意情報を発表する地域の単位を、2016年度以降細分化（現行の発表地域を2～7に分割）することを目指す。等

(3) 防災教育の充実

- ・小中学校向けの教科書・学習教材出版社29社に防災に関する記述の要請を2013年9月に実施
- ・竜巻等の突風への対応に関するパンフレットの作成
- ・国・地方公共団体等の防災担当職員を対象とした災害対応力の養成

(4) 建造物の被害軽減策の在り方

- ・竜巻等の突風による飛来物に対する、オフィスビルや公共施設等の外装材（外壁材、窓ガラス、扉等）の耐衝撃性能を評価し、外装材設計ガイドラインを2016年度に策定。
- ・学校設置者が行うガラス飛散防止対策等の支援の実施。等

(5) 被災者支援の在り方

- ・被災者支援に関する有識者検討会がまとめた「最近の竜巻等突風対策を踏まえた被災者支援の推進に関する提言」（2013年12月）を踏まえ、関係機関に要請等を行いながら、できる限り早期に必要な対応を実施。

第5節 アメリカの事例を踏まえた日本の竜巻対策の検討課題

以下では、竜巻の発生数が多く、対策も進んでいるアメリカでの事例を踏まえ、日本の竜巻対策の検討課題について、若干の私見を述べたい。

1 シェルターの設置と避難行動の周知

アメリカでは、発生する竜巻のうち、重大な被害を及ぼすおそれのある EF3以上の強さの竜巻は年間で40件近く発生しており、2013年5月にオクラホマ州で発生した竜巻のように、強固な建物でも完全に破壊するような EF5の強さの竜巻もまれに発生する。アメリカの中西部のように強力な竜巻が頻繁に発生するような地域では、シェルターへの避難が最善の手段であるため、各家庭や地域においてシェルターの設置を進めていくことは、竜巻への対策として有効な手段だといえる。

日本では、竜巻の強さを計る指標として EF スケールではなく、F スケールを利用しており、EF スケールと F スケールを単純に比較することはできないものの、F3の強さの竜巻であれば重大な被害を及ぼすおそれがある。日本で過去に F3の強さの竜巻が発生したのは1981年以降で4～5件であり、F3を超える強さの竜巻は過去に観測されたことがなく、重大な被害を及ぼすほどの強い竜巻が発生することは非常にまれである。シェルターの設置が最善の竜巻対策であることは変わらないが、非常にまれな強力な竜巻の発生に対して各家庭や地域においてシェルターの設置を進めることは、費用対効果の点で困難が伴う。そのため、現実的な対策としては、竜巻の発生が予想される場合は、低層階にあるトイレなどの窓のない小さな部屋に避難し、毛布を被って竜巻の通過を待つ、といったような避難行動を普段から周知することが先決であると考えられる。

2 竜巻発生確度ナウキャストの活用

アメリカでの竜巻に関する警報・注意報は、竜巻注意報、竜巻警報、竜巻緊急事態の3段階で発令され、これらの警報・注意報の発令前でも気象情報などで竜巻に関する情報が周知される。2013年5月の竜巻発生時に竜巻注意報・竜巻警報が発令されたクリーブランド郡(ムーア市を含んでいる郡)の面積は558.34平方マイル(約1,445平方キロメートル)⁶⁶、竜巻緊急事態が発令されたムーア市の面積は21.82平方マイル(約56.5平方キロメートル)⁶⁷となっており、竜巻の危険性が高まるにつれて、より限定した範囲に向けて注意・警戒がうながされるようになっている。

⁶⁶ Cleveland County, Oklahoma <http://www.ccok.us/history/>

⁶⁷ U.S. Census Bureau <http://quickfacts.census.gov/qfd/states/40/4049200.html>

日本では、「竜巻注意報」、「竜巻警報」といったものではなく、雷注意報を補足する情報として竜巻注意情報が発表され、気象情報においても竜巻のおそれについて言及されている。竜巻注意情報は県単位で発表されており、島しょ地域を除く発表場所で最も範囲が狭いのは香川県で、面積は1,862.35平方キロメートル⁶⁸となっている。アメリカと比べて発表される地理的な範囲が広く、発表された範囲内でも地域差が生じてしまうため、直ちに避難が必要になるのかどうか、現地での判断が求められることとなる。一方、10分ごとに発表されている竜巻発生確度ナウキャストでは、10キロメートル四方（100平方キロメートル）の範囲で竜巻等の発生のおそれが発表されている。このため、竜巻発生のおそれが報じられた地域において、住民自身が避難行動を取るかどうか、また、地方自治体が住民に対して避難行動を呼びかけるかどうかを判断する際には、竜巻発生確度ナウキャストの活用が有効な手段になると考えられる。

3 「竜巻注意報」の設定

気象庁は、気象業務法第13条により、気象、地象、津波、高潮、波浪及び洪水についての一般利用に適合する予報及び警報をしなければならない。この規定に基づき気象庁は、大雨や強風などによって災害が起こるおそれのあるときは「注意報」を、重大な災害が起こるおそれのあるときは「警報」を、さらに、重大な災害が起こるおそれが著しく大きいときは「特別警報」を発表して注意や警戒を呼びかけている。また、これらの特別警報・警報・注意報（以下「気象警報・注意報」という。）を発表をした場合は、同法第15条により関係行政機関、都道府県、市町村や報道機関へ伝達している。気象警報・注意報の種類は表18のとおりであるが、竜巻に関する気象警報・注意報は設定されていない。

表18 気象警報・注意報の種類

特別警報（6種類）	大雨、暴風、暴風雪、大雪、波浪、高潮
警報（7種類）	大雨、洪水、暴風、暴風雪、大雪、波浪、高潮
注意報（16種類）	大雨、洪水、強風、風雪、大雪、波浪、高潮、雷、融雪、濃霧、乾燥、なだれ、低温、霜、着氷、着雪

（出典：気象庁ウェブサイト⁶⁹）

⁶⁸ 国土地理院 <http://www.gsi.go.jp/KOKUJYOHO/MENCHO/201310/opening.htm>

⁶⁹ 気象庁 <http://www.jma.go.jp/jma/kishou/knownow/bosai/warning.html>

本章第2節で述べたように、竜巻に特化した情報等としては、雷注意報を補足する情報として竜巻注意情報が発表されている。竜巻注意情報は、気象警報・注意報と同様に各気象台から関係行政機関、都道府県、市町村や報道機関へと伝達される。気象警報・注意報、竜巻注意情報ともに広く伝達されるものの、地方自治体が住民に周知を行う際や報道機関が報道を行う場合には、気象警報・注意報の発令がまず先に伝達されるため、気象警報・注意報の方が注目度は高い。そのため、「竜巻注意報」を新設して竜巻への注意を喚起することは、防災・減災効果の向上につながると考えられる。また、雷が発生しているような大気の状態が不安定な気象状況は、竜巻が発生しやすい状態でもあるため、雷注意報を「雷・竜巻注意報」に改め、雷だけでなく竜巻に対する注意も促すことも効果が見込まれる。

ただ、竜巻は発生頻度が低く、発生場所の予測が困難であるため、注意報として注意喚起を行なったとしても予報が空振りに終わるおそれがある。そのため、「竜巻注意報」の設定は、今後の竜巻発生予測技術の向上を踏まえて検討すべき課題になるものと考えられる。

終わりに

アメリカでは、地形的特徴のために毎年多くの竜巻が発生している。2013年5月にオクラホマ州で竜巻災害が発生したことを契機にアメリカにおける竜巻の発生数等のデータを調べたところ、日本の発生件数をはるかに凌駕する年間1,200件以上もの竜巻が発生していることが分かった。しかしそれと同時に、第5章の冒頭で述べたように単位面積当たりの竜巻発生数を計算すると、日米間でそれほど差がないことも分かった。本稿で竜巻災害を取り上げたのは、「竜巻の発生はアメリカでは日常茶飯事だが、日本では滅多に起こらない」といったイメージを捉え直し、竜巻災害に積極的に備えるべきではないかと感じたからである。

本稿を執筆するに当たり、アメリカにおける竜巻への対応体制について優れていると感じたのは竜巻に対する警報・注意報である。竜巻発生のおそれや危険度に応じて竜巻注意報、竜巻警報、竜巻緊急事態と段階的に発令しているため、住民が竜巻の危険度合を把握しやすくなっている。だが、このような警報・注意報の周知体制を持っている一方、モバイルホーム等の簡易住宅に対する竜巻対策は十分でないと感じた。モバイルホームの住民が警報・注意報により竜巻の発生・接近を知ったとしても、シェルターがなければモバイルホーム内で安全を確保することは難しい。モバイルホームパーク内でのシェルターの設置は、オーナーの協力が必要であるために困難が予想されるが、竜巻被害の軽減のためにもモバイルホームパークでシェルターが普及することを望んでいる。

気候は常に変動しており、日本において竜巻のような厳しい気象現象の発生頻度が今後どうなるのか、判断することは容易ではない。しかし、近年では日本での竜巻災害が目立ってきているため、早急に対策を行うことが必要である。日本における今後の竜巻対策のため、アメリカの竜巻の発生状況や竜巻災害への対策を調査した本稿がその一助となれば幸いである。

最後に、本稿の執筆に当たり、聞き取り調査に協力していただいた、オクラホマ州政府緊急事態管理部マイクラン・ウーテン氏、同州ムーア市緊急事態管理部ゲイランド・キッチ氏には、この場を借りて感謝の意を申し上げたい。

参考ウェブサイト

National Oceanic and Atmospheric Administration

<http://www.noaa.gov/>

National Weather Service

<http://www.weather.gov/>

Storm Prediction Center

<http://www.spc.noaa.gov/>

TornadoHistoryProject.com

<http://www.tornadohistoryproject.com/>

Federal Emergency Management Agency

<http://www.fema.gov/>

State of Oklahoma

<http://www.ok.gov/>

Oklahoma Department of Emergency Management

<http://www.ok.gov/OEM/>

City of Moore

<http://www.cityofmoore.com/>

気象庁

<http://www.jma.go.jp/jma/index.html>

【執筆者】

一般財団法人自治体国際化協会ニューヨーク事務所 所長補佐 酒井 晋一郎