

3. 復旧・復興に向けた森林・林業・木材産業の取組

現在、政府の「東日本大震災からの復興の基本方針」に基づき、復旧・復興に向けた取組が進められている。

以下では、森林・林業・木材産業の復旧に向けた動きを見た上で、復興に向けた森林・林業・木材産業の貢献について紹介する。

(1) 森林・林業・木材産業の復旧

(ア) 森林の復旧

(a) 震災による影響

東日本大震災により、青森県から高知県までの15県において、山腹崩壊や地すべり等の林地荒廃(458か所)、津波による防潮堤の被災等の治山施設の被害(275か所)、法面・路肩の崩壊等の林道施設の被害(2,632か所)、火災による焼損等の森林被害(1,065ha)等が発生した(表I-3)。

特に、青森県、岩手県、宮城県、福島県、茨城県及び千葉県等の6県では、計253か所、約1,718haの海岸防災林に津波による被害が発生し、多くの立木がなぎ倒され、流失した。

津波の被害を免れた内陸部でも、地震によって山腹崩壊や地すべりが発生した。福島県白河市では、人家裏の山腹が崩壊し、家屋1棟が全壊するなどの被害が発生した。平成23(2011)年3月11日以降も地震や余震が発生して、被害が拡大した。同4月11日の福島県浜通りを震源とする最大震度6

弱の余震では、福島県いわき市で山腹崩壊が発生し、土砂に巻き込まれた家屋3棟が倒壊して、死者が出た*11。

また、同3月12日の長野県北部を震源とする最大震度6強の地震でも、長野県栄村、新潟県十日町市を中心に、山腹の崩壊や地すべりが多数発生して、人家や道路、鉄道に大きな被害をもたらした。

これらの山地災害により、全国で5名が死亡するとともに、全半壊家屋15戸の被害が発生した*12。

(b) 復旧に向けた動き

林野庁では、平成23(2011)年度第1次補正予算により、各地で、被災状況の把握・分析、地震や津波で被災した治山施設・林道施設・保安林の復旧整備、山火事被害木の除去・処理及び復旧造林等を緊急に実施している。また、崩壊は発生しなかったものの、地震により地盤が緩んだ箇所では、今後の降雨等による山地災害の発生が懸念される状態にあり、山地災害危険地区に関する情報の提供が重要となっている。このため、林野庁では、被災地において、山地災害危険地区等の緊急点検を行うとともに、都道府県等に対して、今後の降雨等に注意するよう、地域住民等に周知を図るよう指導した。

さらに、第3次補正予算では、山腹崩壊地等にお

表I-3 林野関係の都道府県別被害状況

都道府県	林地荒廃	治山施設	林道施設等	森林被害	木材加工・流通施設	特用林産施設等	合計	
	箇所数	箇所数	箇所数	面積(ha)	箇所数	箇所数	箇所数	被害額(億円)
青森	1	12	0	0	3	0	16	28
岩手	37	84	483	707	31	195	830	299
宮城	113	97	580	220	42	54	886	1,165
秋田	4	0	0	0	0	9	13	8
山形	3	1	0	0	0	0	4	1
福島	143	27	997	138	31	39	1,237	495
茨城	50	17	202	0	5	22	296	49
栃木	65	2	100	0	1	86	254	31
群馬	7	1	3	0	0	4	15	2
千葉	5	32	1	0	0	6	44	7
新潟	20	1	122	0	0	41	184	28
山梨	2	0	0	0	0	0	2	1
長野	7	1	138	0	1	20	167	41
静岡	1	0	6	0	0	0	7	0
高知	0	0	0	0	1	0	1	0
合計	458	275	2,632	1,065	115	476	3,956	2,155

資料：林野庁調べ(平成24(2012)年3月5日現在)。

*11 農林水産省(2011a) aff, 5月号: 10-11.

*12 林野庁調べ。

ける復旧整備、海岸防災林の復旧・再生、被災した治山施設の復旧に取り組むとともに、被災地等における間伐等の森林施業と路網の機能強化等を実施することとしている。なお、東日本大震災は、「激甚災害に対処するための特別の財政援助等に関する法律」に基づく政令^{*13}により、「激甚災害」に指定され、災害復旧事業の国庫補助率の嵩上げや採択要件の緩和が行われている。

海岸防災林については、平成23(2011)年5月から「東日本大震災に係る海岸防災林の再生に関する検討会」を開催して、海岸防災林の効果を検証するとともに、復旧方法の検討等を行った。同検討会では、平成24(2012)年2月に「今後における海岸防災林の再生について」を取りまとめた^{*14}。

平成23(2011)年12月には、「東日本大震災復興特別区域法」が成立した。同法では、既存の土地利用計画(都市、農地、森林等)の枠組みを超えて、地域の実情に応じた復興まちづくりを速やかに実現するため、迅速な土地利用再編を行う特例措置を創設した。同措置では、復興事業の実施に当たり、保安林等における立木の伐採等の許可を含む複数の許可手続や、地域森林計画の区域の変更、都道府県知事が行う保安林の指定・解除を含む土地利用基本計画等の決定・変更手続を行う必要がある場合には、他の手続と併せて、一元的に処理できることとされた。

(イ)林業の復旧

(a)震災による影響

(素材流通が停滞)

東日本大震災により、東北地方の太平洋沿岸地域に位置する大規模な合板工場・製紙工場が被災したことから、これらの工場に供給されていた合板用材や木材チップの流通が停滞した。

例えば、岩手県では、県内素材生産量のうち約3割が合板用材として宮古市・大船渡市の合板工場3

か所に供給されていたが^{*15}、これらの工場が津波被害により操業を停止したことから、合板用材の流通が滞った。

また、青森県八戸市^{はちのへし}、宮城県石巻市^{いしのまきし}・岩沼市^{いわぬまし}の製紙工場3か所も、東北地方等で生産される木材チップを大量に受け入れていたが、これらの工場も津波被害により操業を停止したことから、木材チップやその原料となるパルプ・チップ用材の流通が滞った^{*16}。

(施業集約化のための人材・情報が喪失)

今回の震災により、施業集約化の中心的な役割を担う森林組合も大きな被害を受けた。特に、東北地方の太平洋沿岸地域に位置する一部の森林組合では、事務所の損壊・流失等の被害を受け、高度な技術を有する森林組合職員の尊い生命が失われるとともに、施業集約化のために収集したデータを収めたコンピューター等も失われた^{*17}。

(b)復旧に向けた動き

林野庁では、東北地方における製材工場や合板工場の被災を受けて、平成23(2011)年度第1次補正予算により、被災工場に出荷していた原木を非被災工場に出荷する場合等に、流通コストの助成を行っている。

震災直後から、青森県や岩手県等の合板用材は、秋田県に所在する合板工場に一部が出荷されていたが、その後、補正予算の対策により、遠く離れた石川県や島根県の合板工場にも出荷された^{*18}。

被災した合板工場では同7月上旬以降、被災した製紙工場では同5月以降、順次生産が再開され、これらの工場に入荷される素材の流通は、徐々に回復しつつある。

被災した森林組合では、県森林組合連合会や隣接する森林組合等のサポートを受けながら、仮事務所への移転や事務の再開等、復興に向けた活動を進めている。また、施業集約化の推進に向けて、地元の

*13 「東日本大震災についての激甚災害及びこれに対し適用すべき措置の指定に関する政令」(平成23(2011)年政令第18号)

*14 海岸防災林の復旧・再生については、20-28ページ参照。

*15 平成21(2009)年度における岩手県の素材生産量126万 m^3 に対して、合板用素材需要量(国産材)は約31万 m^3 (農林水産省「平成22年木材統計」)。

*16 山本信次(2011) 林業経済, 64(4): 19-28

*17 山本信次(2011); 千田健哉(2011) 林業経済, 64(6): 12-15.

*18 山本信次(2011)

市町村から情報提供を受けながら、森林所有者等の情報収集を進めている。

このほか、林野庁では、被災した林業者や森林組合の災害復旧を支援するため、平成23(2011)年度第1次補正予算により、被災した林業者や森林組合が金融機関から資金を借り入れる場合の利子や保証料の助成等を行っている。

また、平成23(2011)年度第3次補正予算では、新たに被災者を雇用した林業事業体に対して、新規就業者を対象とする研修の実施に必要な経費を助成している。

なお、各地の林業事業体は、被災地に林業機械を持ち込んで、自らがれきの撤去を行うなど、災害復旧作業に積極的に協力した^{*19}。

(ウ)木材産業の復旧

(a)震災による影響

(多くの木材加工・流通施設が被災)

東日本大震災により、木材加工・流通施設115か所が被災した。

合板工場については、岩手県と宮城県に位置する大規模な合板工場6か所が被災して、操業を停止した。

製材工場については、青森県から高知県にかけての71か所が被災した。平成23(2011)年12月現在、依然として、31か所の製材工場が操業を停止しており、事業再開を断念して、廃業したところもみられる。

このほか、集成材工場(1か所)、単板工場(3か所)及びチップ工場(9か所)等も被災した^{*20}。

なお、東北地方・関東地方の木材加工工場等では、同7月から始まった「電気事業法」に基づく電気の使用制限^{*21}を受けて、工場の稼働日や稼働時間の振替等も行われた。

(合板需給と価格の推移)

被災した合板工場の生産量は、平成21(2009)

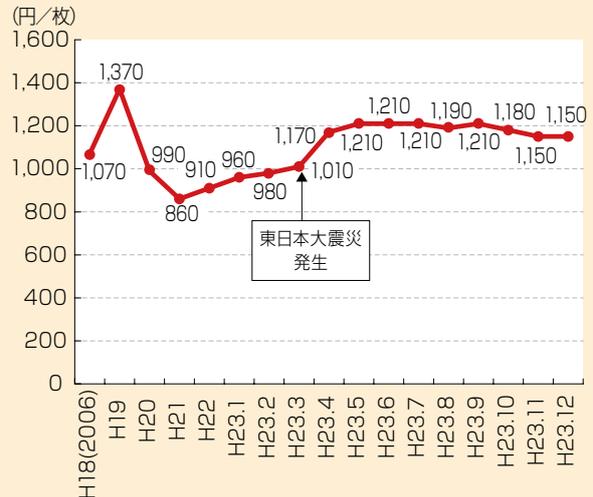
年度には国内の合板生産量の約3割を占めていたことから、震災直後から、合板の安定供給に対する不安の声が上がった。その後、一部では、必要以上に資材を確保しようとする動きが発生した^{*22}。国内における針葉樹合板の価格は、平成20(2008)年秋からの世界的な金融危機以降、低位で推移していたが、震災後は1,000円/枚を超える水準まで上昇した(図I-2)。

(b)復旧に向けた動き

林野庁では、震災発生直後に、「災害復旧木材確保対策連絡会議」を開催して、林業・木材関係団体に対して、全国的な木材需給の安定等を要請した。特に、合板については、「合板需給情報交換会」等の開催や毎週の合板価格の調査等を通じて、積極的な情報収集・交換・提供を行い、市場の安定化に努めた。同情報交換会は、需給動向に注視しつつ、平成23(2011)年8月まで計5回開催した。

合板の生産については、被災地以外の工場で最大限の増産を図ることにより、国内需要量を賅うことが可能であったことから(図I-3)、日本合板工業組合連合会では、震災直後から、合板の安定供給に

図I-2 針葉樹合板の価格の推移



資料：農林水産省「木材価格」

*19 平成23(2011)年6月18日付け東白日報記事等。

*20 林野庁木材産業課調べ。

*21 東京電力、東北電力等と直接需給契約を締結している大口需要家(契約電力500kW以上)を対象として、平成23(2011)年7月1日から、前年の同期間・時間帯における使用最大電力の値(1時間単位)から15%削減した値を使用電力の上限とする制限(平成23(2011)年5月13日付け電力需給緊急対策本部決定「夏の電力需給対策について」)。

*22 農林水産省プレスリリース「『東北地方太平洋沖地震復旧復興に向けた合板需給情報交換会(第2回)』の結果について」(平成23(2011)年4月21日付け)

全力を挙げる旨の声明を発売して、非被災工場での増産体制を整備することとした。

これにより、国内における合板生産量は、平成23(2011)年3月の16.6万 m^3 から同4月には19.6万 m^3 まで増加し、以後、20万 m^3 /月程度の生産量を維持した。また、針葉樹合板の価格は、同5月には上昇が止まり、それ以降はほぼ横ばいで推移した(図I-2)。

一方、合板の輸入量は、平成23(2011)年4月末ごろから中国、カナダを中心に一時的に増加し、同5月の輸入量は、対前年比63%増の43.4万 m^3 となった^{*23}。住宅建設部門では、合板の代替資材として、OSB^{*24}やMDF^{*25}等の木質ボード類を使用する動きも見られた^{*26}。

また、林野庁では、平成23(2011)年度第1次補正予算により、被災した木材加工・流通施設の廃棄・復旧・整備、港湾等に流出した木材の回収、非被災工場への原木流通を支援するとともに、被災業者が金融機関から資金を借り入れる場合に、利子や保証料の助成等を行っている。さらに、第3次補正予算では、木材加工・流通施設の復旧や特用林産施設の復旧・再建等の支援を行っている。

第1次補正予算による木材加工・流通施設の復旧

事業は、岩手県と宮城県の木材加工・流通施設11か所で開催された。この結果、同7月上旬から、被災した施設での製材・合板等の生産が順次再開されている(図I-4)。

図I-3 平成21(2009)年度における普通合板生産量と生産能力



注：被災地の生産量は、平成21(2009)年の全国における合板用素材需要量(311万 m^3)に対する岩手県・宮城県の合板用素材需要量(89万 m^3)の占める割合に、普通合板生産量を乗じた値。計の不一致は四捨五入による。

資料：農林水産省「平成21年木材統計」(平成21(2009)年生産量)、日刊木材新聞(被災地以外での生産能力)

図I-4 合板工場の被害と復旧状況(宮城県石巻市^{いしのまきし})



被災直後



復旧後

*23 財務省「貿易統計」

*24 配向性ストランドボード(Oriented Strand Board)。低質の広葉樹材を削片状にしたものを配向させて積層・接着した木質ボード。

*25 中密度繊維板(Medium Density Fiberboard)。木材を繊維状にほぐし、樹脂を加えて板状に成形したもの(繊維板)のうち、比重0.35以上、0.80未満のもの。

*26 平成23(2011)年6月10日付け日本経済新聞: 24面。

(2)復興へ向けた森林・林業・木材産業の貢献

東日本大震災を受けて、森林・林業・木材産業には、自らの復旧に取り組むのみならず、復興全般に対して積極的に貢献することが求められている。

以下では、森林・林業・木材産業の復興に向けた貢献として、「減災」の考え方に基づく海岸防災林の復旧・再生、新たなまちづくりに向けた木材の活用、エネルギー安定供給に向けた木質バイオマスの活用の3点を取り上げ、これまでの動きを概観した上で、分析を行い、今後の課題を明らかにする。

(ア)「減災」の考え方に基づく海岸防災林の復旧・再生

(a)これまでの動き (海岸林の造成は17世紀に始まる)

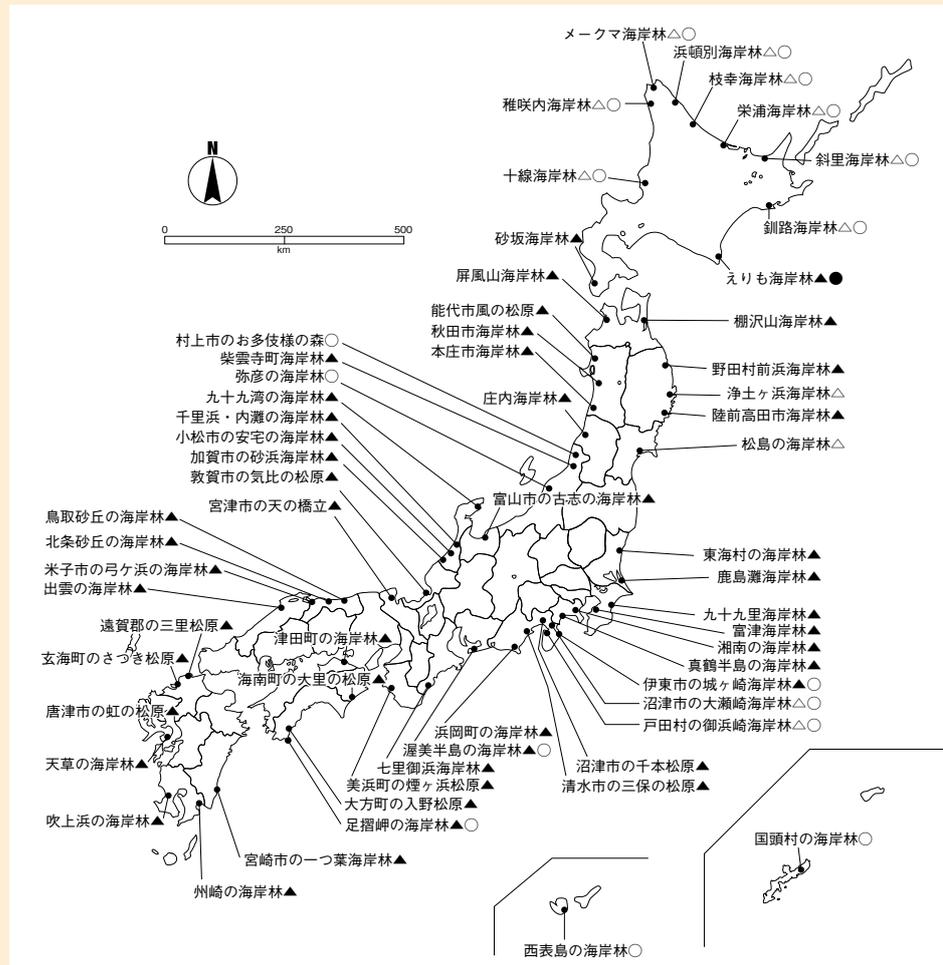
我が国は、周囲を海で囲まれた島国であり、海岸線の全長は約3.4万kmに及ぶ。各地の海岸では砂丘が発達し、季節風による強風・飛砂・潮害等の被害が頻発してきた。このため、先人たちは、海岸の砂地を安定させて、被害を防ぐため、クロマツ林を主体とする海岸林を造成してきた(図I-5)。

我が国では、9世紀ごろから、強風や飛砂を防止するため自生森林の保全や植栽が始まり、17世紀以降になると、各

地で積極的な海岸林の造林が行われるようになった^{*27}。

明治時代以降は、明治30(1897)年に成立した「森林法」によって保安林制度が設立され、各地で積極的に海岸防災林の保全・整備が進められるようになった。昭和7(1932)年度からは、海岸砂防林造成事業が始まり^{*28}、砂丘地に堆砂垣を設置して人工砂丘を造成し、飛砂を抑制しながら、後方から植栽を進める方法が採用されるようになった^{*29}。特に、昭和8(1933)年の昭和三陸地震による津波では、農林省山林局(当時)が津波による被害状況の調査を行って、防潮林の効果を確認してお

図I-5 日本の主な海岸林



注：三角は針葉樹林、丸は広葉樹林、白抜きは天然林、黒塗りは人工林。
資料：近田文弘(2001) 海岸林学会誌 1(1): 4.

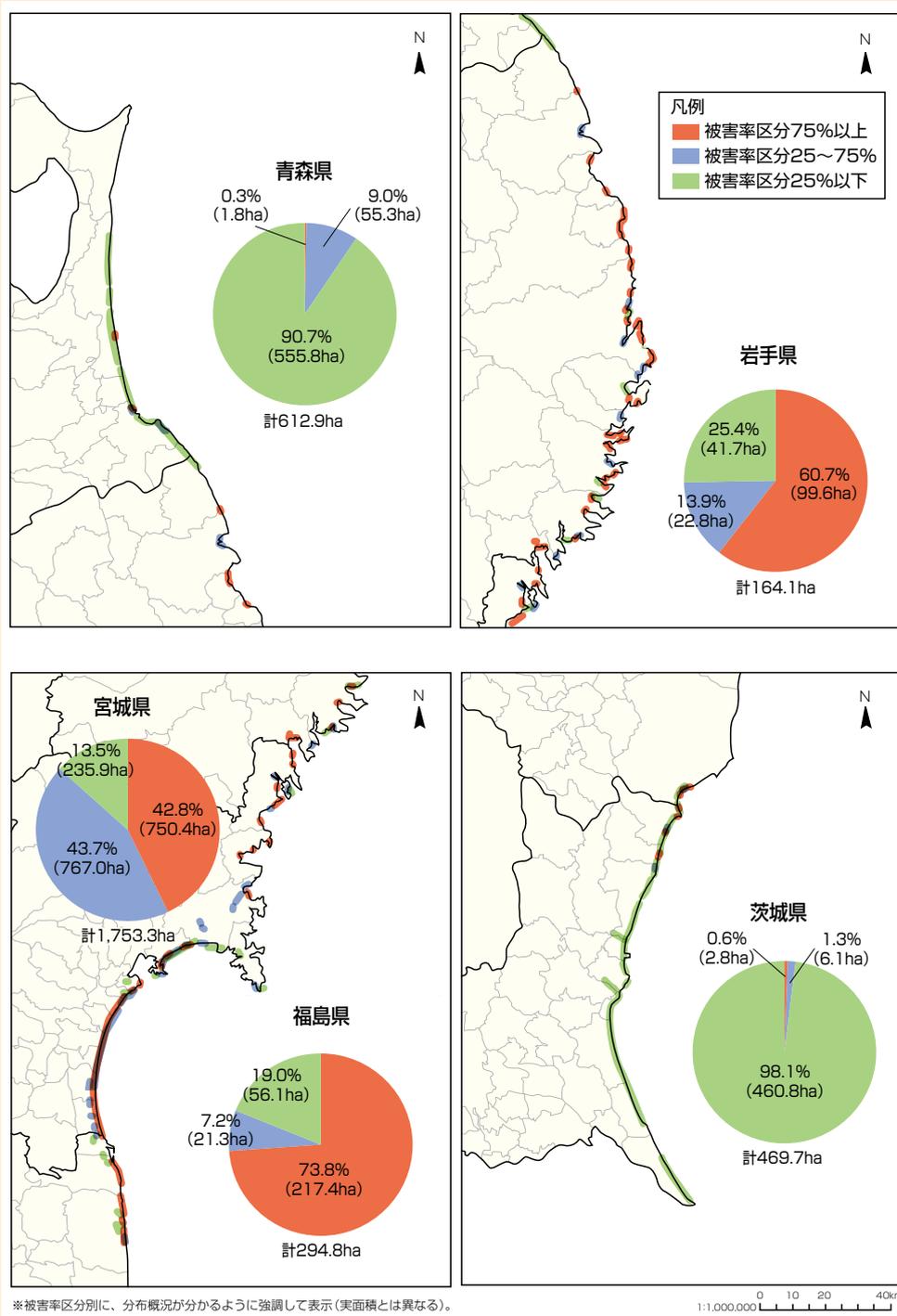
*27 東日本大震災に係る海岸防災林の再生に関する検討会(2012) 今後における海岸防災林の再生について: 1.
*28 社団法人日本治山治水協会(1973) 治山事業六十年史: 103.
*29 村井宏他編(1992) 日本の海岸林: 2-7.

り^{*30}、以後、防潮林の造成が積極的に推進されたと言
われている^{*31}。

岸防災林の保全と機能強化が課題となった。このた

戦後は、昭和23(1948)年度から治山事業の一環として海岸砂地造林が始まった。昭和29(1954)年には「保安林整備臨時措置法」が成立し、以後、「保安林整備計画」に基づき、飛砂防備保安林など、海岸防災林としての機能を有する保安林の整備が進展した。また、昭和28(1953)年に成立した「海岸砂地地帯農業振興臨時措置法^{*32}」により、砂丘開発の一環として、海岸砂地への造林が進められた^{*33}。高度経済成長期以降は、砂丘地の開発利用や海岸侵食の進行、松くい虫による被害の発生等により、海

図I-6 東日本大震災による海岸林の被災状況



資料：第2回東日本大震災に係る海岸防災林の再生に関する検討会－資料1：3-4。

*30 農林省山林局(1934)三陸地方防潮林造成調査報告書(昭和9(1934)年3月)。

*31 河合英二(2005)しんりんぼぜん, No.56: 17-20。

*32 海岸砂地地帯に対し、潮風又は飛砂に因る災害の防止のための造林事業及び農業生産の基礎条件の整備に関する事業を速やかに、かつ総合的に実施することによって、当該地帯の保全と農業生産力の向上を図り、もって農業経営の安定と農民生活の改善を期することを目的とする法律(昭和28年法律第12号)。昭和46(1971)年に廃止。

*33 村井宏他編(1992): 10-11。

め、各地で防潮護岸や土塁等の治山施設の整備や多くの虫被害対策が行われるようになった^{*34}。

(機能の高い海岸防災林は保安林に指定)

海岸防災林は、潮害の防備、飛砂・風害の防備等の災害防止機能を有しており、地域の生活環境の保全に重要な役割を果たしている。特に、これらの機能を高度に発揮する森林は、「飛砂防備保安林」、「防風保安林」、「潮害防備保安林」及び「防霧保安林」に指定されている。

「飛砂防備保安林」は、風衝を防いで飛砂の発生を防止するとともに、飛砂を捕捉・堆積して内陸部への侵入を阻止する森林である。「防風保安林」は、風速を緩和して暴風・潮風・風食等を防ぎ、沿岸地域の植物等の損傷と生理的障害を防止・軽減する森林である。「潮害防備保安林」は、樹幹によって侵入する波のエネルギーを抑え、津波・高潮の被害を軽減するとともに、強風時の空気中の海塩粒子を捕捉したり、風速の緩和により潮害・潮風害を防止する森林である。「防霧保安林」は、霧の移動阻止と霧粒子の捕捉によって内陸部の生活環境を保護する森林である^{*35}。

(東日本大震災により大きな被害)

東日本大震災では、岩手県宮古市^{みやこし}の検潮所で8.5m以上の津波を観測するなど、青森県から千葉県までの太平洋沿岸部で高い津波が観測された。

津波の遡上高は、地形の影響を受けて、三陸海岸の小規模な谷では20mを超え、松島湾等の内湾や仙台平野等の平野部においても10m程度に及んだ^{*36}。

これらの津波により、海岸防災林は大きな被害を受けた。青森県、岩手県、宮城県、福島県、茨城県及び千葉県の6県の海岸林について、空中写真等を用いて流出・水没・倒伏状況を判読した結果、浸水被害は3,660haで、被害率区分「75%以上」が約3割、「25～75%」が約2割強となり、かつてない甚大な被害となっている(図I-6)。このうち、海岸防災林については、253か所が被害を受け、被害面積は約1,718haとなっている(図I-7)^{*37}。

(b)分析

(「海岸防災林の再生に関する検討会」を開催)

林野庁では、平成23(2011)年5月から、海岸防災林の被災状況を把握するとともに、海岸防災林の効果を検証し、復旧方法の検討等を行うことを目的として、学識経験者等からなる「東日本大震災に係る海岸防災林の再生に関する検討会」(以下「検討会」という。)を開催した。同検討会では、第1回の検討会を宮城県庁で開催した後、合計5回の検討会を開催して、平成24(2012)年2月に、「今後における海岸防災林の再生について」(以下「報告書」という。)を取りまとめた。

図 I - 7 海岸防災林の被害状況



被災前の高田松原(岩手県陸前高田市)
(出典：財団法人日本緑化センター「身近な松原散策ガイド」)



被災後の状況

*34 村井宏他編(1992):13.
 *35 各保安林の面積については、第Ⅲ章(87ページ)参照。
 *36 東日本大震災に係る海岸防災林の再生に関する検討会(2012):4.
 *37 林野庁調べ。

報告書では、海岸防災林の被災状況と津波に対する効果を整理した上で、海岸防災林は、津波自体を完全に抑止することはできないものの、津波エネルギーの減衰効果や漂流物の捕捉効果等被害の軽減効果がみられることから、まちづくりの観点において多重防御の一つとして位置付けることができるとした。海岸防災林の再生の方向性としては、主に林帯幅が狭い箇所や施設のみ被災箇所では、「原形復旧」又は「施設の改良」、主に林帯幅が確保できる箇所では、「林帯幅の確保」又は「海岸防災林全体の機能向上」の4パターンを提示した(図 I-8)。さらに、海岸防災林の再生に当たっては、被災箇所ごとに、被災状況や地域の実情、さらには地域の生態系保全の必要性等を踏まえて、再生方法を決定することが必要であることを指摘した^{*38}。

(海岸防災林には津波被害軽減効果あり)

海岸防災林は、飛砂、潮害、風害の防備等の災害防止機能を有し、津波に対しては、過去の事例調査等から、「津波エネルギーの減衰効果」、「漂流物の捕捉効果」、「波にさらわれた人が掴まる対象となる効果」及び「強風による砂丘の移動を防いで海岸に高い地形を保ち、海水の侵入を阻止する効果」を有

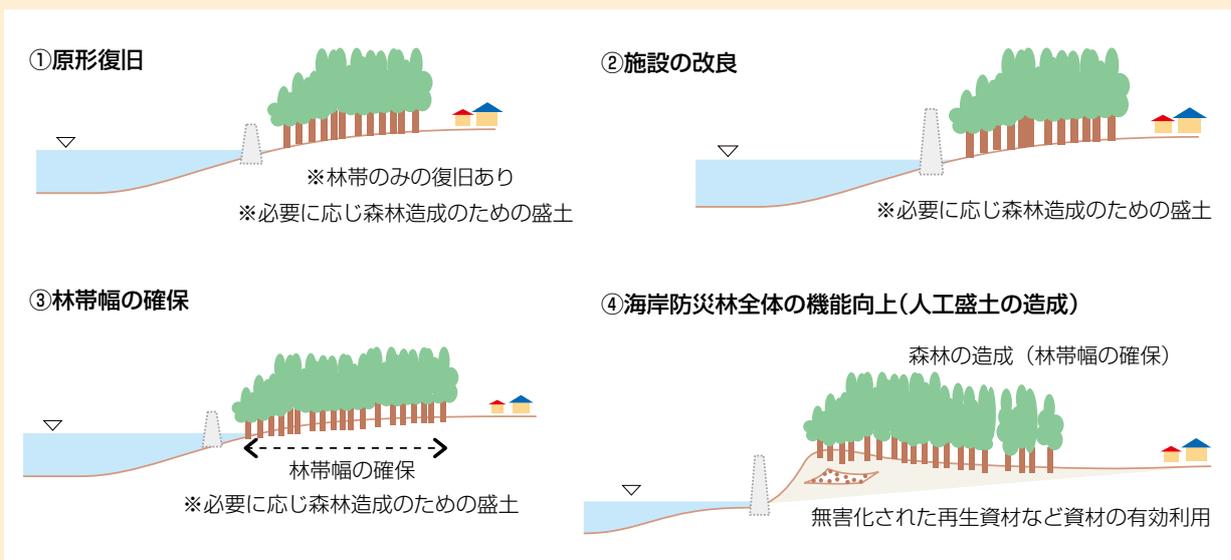
することが知られている。

「津波エネルギーの減衰効果」は、津波が林帯内を通過する際、樹木群の抵抗によって、津波の波力を減衰して流速やエネルギーを低下させ、津波の破壊力を弱める効果である。今回の検討会では、幹折れ等の樹木の被害が生じない前提で、津波高6.5m等一定の条件の下、津波の流体力の減衰効果に関するシミュレーションを実施した。その結果、林帯幅の広さに応じて、津波エネルギーの減衰効果等が発揮され、林帯幅が200m以上の海岸防災林が存在する場合には、流体力が3割程度減少するとの結果が得られた(図 I-9)。

「漂流物の捕捉効果」は、樹木が漂流物の移動を阻止し、移動によって生ずる二次被害を軽減又は防止する効果である。過去の津波災害でも、海岸防災林が木造船の移動を阻止して、後方の中学校に衝突して破壊するのを防いだ例等が知られている。

「波にさらわれた人が掴まる対象となる効果」とは、波にさらわれた人がすがりついたり、ひっかかる対象となる効果である。過去の津波災害でも、海岸防災林の樹木に掴まることにより、引き波にさらわれずに済んだため、命が助かったという体験談が

図 I-8 海岸防災林の再生の方向性



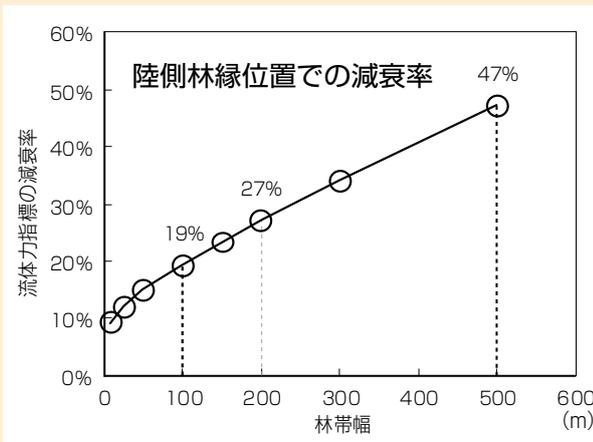
資料：第2回東日本大震災に係る海岸防災林の再生に関する検討会—資料4：2を改編。

*38 東日本大震災に係る海岸防災林の再生に関する検討会(2012):10-11。

報告されている*39。

「強風による砂丘の移動を防いで海岸に高い地形を保ち、海水の侵入を阻止する効果」とは、強風による砂丘の移動を防いで、海岸に高い地形を保つことにより、砂丘が津波に対する障壁となって海水の侵入を阻止する効果である。過去の津波においても、10m前後の津波に襲われたものの、10m前後の砂丘により、津波に直撃された集落がなかった事例が知られている*40。

図 I-9 林帯幅による津波の減衰効果



注1: 「流体力指標」とは、流速の二乗に水深を乗じた値。「水流圧力」とも呼ぶ。
 2: 「減衰率」とは、林帯がない場合とある場合の流体力指標の差を林帯がない場合の流体力指標で割ってパーセントで表したもの。
 資料: 第5回東日本大震災に係る海岸防災林の再生に関する検討会-資料1: 13.

このほか、海岸防災林には、防災効果以外に、憩いの場の提供や白砂青松等望ましい景観を創出する保健休養機能等の効果も期待することができる*41。

(東日本大震災でも津波被害軽減効果を発揮)

これまで、海岸防災林による津波被害軽減効果は、明治29(1896)年の明治三陸地震、昭和8(1933)年の昭和三陸地震、昭和21(1946)年の南海地震、昭和35(1960)年のチリ地震、昭和58(1983)年の日本海中部地震等の際に確認されてきた*42。

今回の東日本大震災における津波では、壊滅的な被害を受けた海岸防災林も多いが、報告書では、津波エネルギーの減衰効果や漂流物の捕捉効果、到達時間の遅延効果が確認された事例が報告されている。

例えば、青森県八戸市^{はちのへし}では、津波により20隻を超える船が漂流して海岸防災林をなぎ倒したが、全て林帯で捕捉され、背後の住宅地への侵入を阻止するとともに、背後の住宅地は3m以上浸水したものの流出しなかった。また、宮城県仙台市若林区^{わかばやし}では、9mを超える津波に襲われ、海岸防災林に甚大な被害が発生したが、林帯の背後にあった住宅は原形をとどめて残存した。さらに、茨城県北茨城市^{きたいばらまし}や大洗町^{おおあらいまち}では、それぞれ6m、4.5mの津波に襲われたが、人工砂丘等により津波が減衰されたため、人家等への直接的な被害が軽減され

事例 I-2 市民参加による海岸防災林の復旧

青森県では、東日本大震災の津波により、三沢市^{みさわし}から八戸市^{はちのへし}にかけての太平洋岸約31kmの区域内で、海岸防災林に大きな被害が発生した。

青森県では、「東北の元気、日本の元気を青森から」のテーマの下、震災からの復興に向けた動きを内外にアピールして誘客を図るとともに、海岸防災林の重要性を広く普及するため、平成23(2011)年7月に、旅客鉄道会社及び旅行会社と連携して、津波の猛威から人家等を守った海岸防災林にクロマツを植える植樹体験を組み込んだツアーを3回実施した。

同ツアーには、首都圏等から計500名以上が参加して、津波により被災した八戸市市川地区^{はちのへし いちかわ}の海岸防災林で、約1,600本のクロマツの苗木を植栽した。



植樹体験の様相

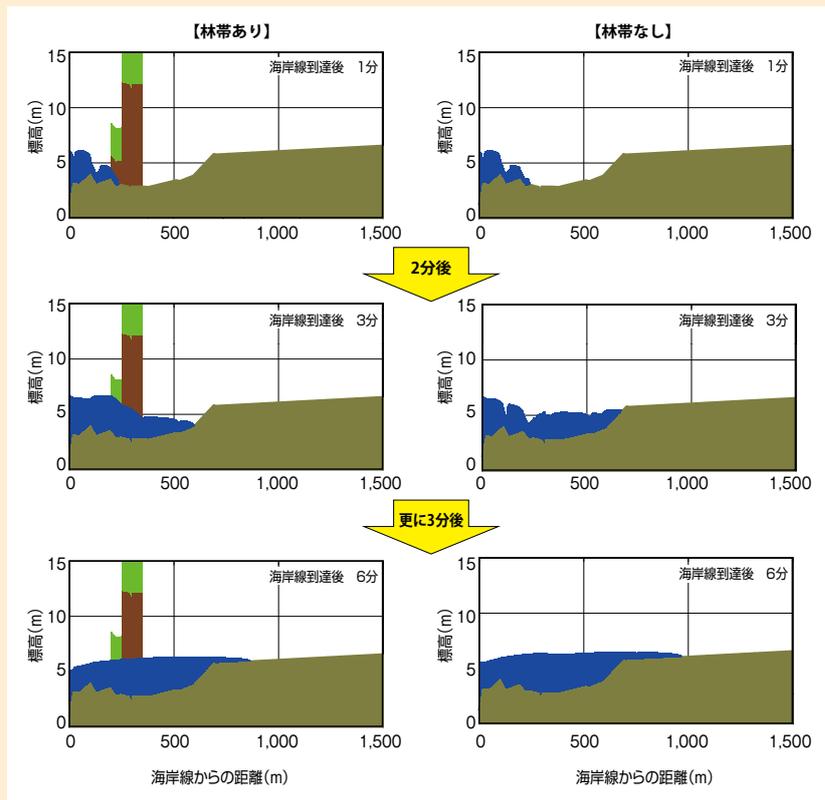
*39 原田賢治 (2003) 林業技術, No.741: 12-15.
 *40 東日本大震災に係る海岸防災林の再生に関する検討会 (2012): 6-9; 林野庁 (2004) 海岸防災機能の高度発揮のための管理システムに関する調査報告書(平成16年3月): 29-30.
 *41 東日本大震災に係る海岸防災林の再生に関する検討会 (2012): 11.
 *42 東日本大震災に係る海岸防災林の再生に関する検討会 (2012): 7-8; 林野庁 (2004): 4-28.

た*43。

今回の津波被害を受けて、検討会では、海岸防災林の有無による津波被害軽減効果の違いを確かめるため、青森県八戸市市川町の海岸防災林を対象とする数値シミュレーションを行った。その結果、海岸防災林の存在により、津波の内陸への到達時間が遅くなることが確認された（「到達時間の遅延効果」）（図 I - 10）*44。

このように、東日本大震災の津波では、海岸防災林は、津波自体を完全に抑止することはできなかったものの、津波エネルギーの減衰効果、漂流物の捕捉効果、さらには到達時間の遅延効果等、被害の軽減効果を発揮したと考えられる。

図 I - 10 海岸防災林による津波到達時間の遅延効果



資料：第5回東日本大震災に係る海岸防災林の再生に関する検討会—資料2：4。

事例 I - 3 高田松原における「奇跡の一本松」の後継樹育成

岩手県陸前高田市の高田松原は、広田湾に面する2 kmの砂浜に約7万本のアカマツ・クロマツが生育する松原であった。この松原は、寛文7（1667）年に菅野全之助がクロマツを植栽したことに始まり、地域の防災林として管理・保全されてきた。しかしながら、平成23（2011）年3月の東日本大震災の津波により、約7万本のマツは、ただ1本を残して、全て流亡してしまった。残された一本は、樹高28 m、胸高直径87 cm、樹齢200年以上のアカマツで、「奇跡の一本松」と呼ばれ、陸前高田市の復興のシンボルとなった。その後、関係団体の連携により、「奇跡の一本松」の保存活動が進められたが、根腐れの進行により、同10月に保存活動は打ち切られた。

独立行政法人森林総合研究所林木育種センター東北育種場では、関係機関の協力を得て、同4月に、「林木遺伝子銀行110番注」により、「奇跡の一本松」から穂木を採取して接ぎ木を行い、4本の苗木の育成に成功した。4本の苗木は、3年程度かけて高さ50 cm程度に育てられた後、高田松原に里帰りする予定となっている。

注：独立行政法人森林総合研究所林木育種センターが、天然記念物や巨樹、名木等の樹木の所有者等からの要請を受けて、挿し木や接ぎ木などにより、当該樹木の後継クローン苗木の増殖を行う取組。



高田松原に唯一残った「奇跡の一本松」



「奇跡の一本松」から育成されたクローン苗木

*43 東日本大震災に係る海岸防災林の再生に関する検討会（2012）：8-9。

*44 東日本大震災に係る海岸防災林の再生に関する検討会（2011a）津波に対する海岸防災林の効果検証事例（第2回会合—資料2）。

(根返り等による被害が発生)

報告書では、被災した海岸防災林の調査で、地盤高が低く地下水位が高い場所では、樹木の根が地中深くに伸びず、根の緊縛力が弱かったことから、根返りし、流木化したものが多数存在することが確認されたと報告されている。

場所によっては、根の緊縛力が強く根返りはしなかったものの、津波の流体力に耐えられずに、幹折れして、流失したものが多数存在することも報告されている^{*45}。

(苗木供給体制の強化が必要)

海岸防災林の再生に当たっては、多くの苗木を植栽することが必要である。今回の津波により被災した海岸防災林のほとんどは、クロマツ又はアカマツ林であり、その再生には、1,000万本以上の苗木の追加的な供給が必要になると見込まれる^{*46}。

平成21(2009)年度におけるマツの苗木生産量は、全国でクロマツ90万本程度、アカマツ70万本程度であった。これに対して、報告書では、全国における最大年間生産可能量を、採種可能量から、クロマツで400万本程度、アカマツで720万本程度

と試算している^{*47}。

苗木生産には、2～3年を要することから、海岸防災林の再生に必要な苗木の需要量を把握した上で、それに見合った数量の苗木生産量を確保する必要がある。また、アカマツやクロマツは、松くい虫の被害を受ける可能性があることから、抵抗性マツの採用を検討する必要もある^{*48}。

さらに、多様な森づくりや生物多様性の保全が求められる中、マツ類のみならず、広葉樹の植栽も考慮することが求められている。しかしながら、広葉樹の苗木生産量は、岩手県、宮城県及び福島県の3県で、庭木等を含めて年間約70万本と少ない状況にある^{*49}。

(c)課題

以上の分析を踏まえ、報告書では、今後、「減災」の考え方に基づき、被災箇所ごとに地域の実情等を踏まえながら、以下の点に留意して、海岸防災林の復旧・再生を検討していく必要があると指摘している^{*50}。

①地域の復興計画等との整合

現在、被災各県及び各市町村では、政府による復

事例 I-4 シンポジウム「海岸林を考える」を開催

日本海岸林学会では、今回の震災を契機として、海岸林の重要性を再認識し、その再生の在り方を考えることを目的として、平成23(2011)年6月に、東京都江東区で「国際森林年記念シンポジウム 海岸林を考える」を開催した。

同シンポジウムでは、海岸林の研究者、海岸林の保全活動に取り組む団体、行政の担当者等から話題提供が行われた。パネルディスカッションでは、海岸林の再生に当たっては、機能の強化を図るとともに、地域の復興のランドデザインに位置付けることが重要である等の意見が出された。

最後に、主催者側より、「速やかで息の長い取組の必要性を認識して頂き、美しい海岸林の再生のための支援をお願いしたい」旨呼びかけが行われ、会場からの拍手とともに閉会した。



シンポジウムのパンフレット

- *45 東日本大震災に係る海岸防災林の再生に関する検討会(2012):6.
- *46 被害率区分ごとの被害面積等から林野庁が試算。
- *47 東日本大震災に係る海岸防災林の再生に関する検討会(2012):20.
- *48 東日本大震災に係る海岸防災林の再生に関する検討会(2012):20.
- *49 東日本大震災に係る海岸防災林の再生に関する検討会(2011b) 今後における海岸防災林の再生について(中間報告案)参考資料(第3回会合-資料2):43.
- *50 東日本大震災に係る海岸防災林の再生に関する検討会(2012):12-20.

興方針を踏まえて、復興計画等の策定が進められている。政府の復興方針では、災害に強い地域づくりの施策として、「沿岸部の復興にあたり防災林も活用する」旨明記されている。

海岸防災林は、津波エネルギーの減衰効果、漂流物の捕捉効果、到達時間の遅延効果等により、津波被害を軽減することが期待できることから、海岸防災林の効果や役割等について、地域住民の十分な理解を得る必要がある。その上で、海岸防災林の再生について、地域の復興計画等との整合を図る必要がある。

②津波被害軽減効果を発揮できる林帯の配置

今回、幹折れ等の樹木の被害が生じない前提で、津波高6.5m等の一定条件の下で実施したシミュレーションでは、林帯幅の広さに応じて津波エネルギー減衰効果等が発揮され、林帯幅が200mの海岸防砂林が存在する場合には、流体力が3割程度減少する結果となった。

したがって、飛砂・風害の防備等の災害防止機能に加えて、津波に対する被害軽減効果も考慮して海岸防災林を復旧・再生するためには、広い林帯幅とすることが望ましい。

③根系の発達を促す生育基盤の造成

今回の津波では、地盤高が低く地下水位が高い箇所では、樹木の根が伸びず、根の緊縛力が弱かったことから、根返りし流木化したものが多数確認された。

樹木の根系の健全な成長を確保して根返りしにくい林帯を造成するためには、盛土を実施して、地下水位等から2～3m程度の地盤高さを確保することが望ましい。特に、陸側林縁部では、漂流物の捕捉や流木化した樹木の抑止のため、十分な盛土の高さを確保することが望ましい。

④林帯を保護する人工盛土の造成

従来から、海岸防災林の海側には、風や飛砂等から背後の林帯を保護するため、人工盛土が造成されてきた。この人工盛土は、津波エネルギーの減衰にも効果があると考えられる。

人工盛土の造成に当たっては、十分な土地が確保できるか等の条件を踏まえながら、箇所ごとに津波エネルギーの減衰を考慮した高さを検討するとともに、

市街地等の保全対象との関係等を考慮して、単独又は千鳥格子状の配置についても検討することが望ましい。

⑤災害廃棄物由来の再生資材の利用

東日本大震災では、大量に発生した災害廃棄物の処理が復興に当たっての課題となっている。このため、海岸林の復旧・再生に当たり、災害廃棄物を適切に処理した再生資材等を盛土材として利用することが望ましい。

利用に当たっては、周辺環境への影響が生じないように必要な措置を講ずるとともに、地域住民の十分な理解を得る必要がある。

⑥津波減衰効果の高い森林の構成

これまでの研究成果等から、根系が発達して太く頑丈な幹を持つ樹木は津波の被害を受けにくいこと、幹だけでなく枝・葉も津波エネルギーの減衰効果を有し、枝下高が低い方が減衰効果を期待できること等の知見が得られている。したがって、これらの知見や地域の実情を踏まえて、津波軽減効果の高い森林の構成を検討することが望ましい。

また、植栽樹種については、海岸の最前線は飛砂・潮風等に十分耐え得る樹種から、陸側は防風効果を高めるために十分な樹高を持つ樹種から選定する必要がある。さらに、多様な森づくりや生物多様性の保全の観点から、植栽地の状況を見極めつつ、広葉樹の植栽等についても考慮することが望ましい。

⑦緑化体制の整備

今後、被災した海岸防災林の再生を進めるためには、1,000万本以上の苗木の追加的な供給を確保する必要がある。

その際には、海岸防災林の再生の進度や植栽地の環境に適した苗木の需要量を把握した上で、それに見合った苗木生産量を確保する必要がある。また、抵抗性マツ苗木の生産にも取り組む必要がある。

さらに、広葉樹については、植栽予定地に従来自生する樹種で、できる限り植栽地の生育環境に近い地域で採取した種子から生産できる体制を整えることが望ましい。

植栽やその後の保育は、防災意識の向上や地域の復興のシンボリックな活動となり得ることから、地域住民や地域の緑化団体等の参画についても、積極的

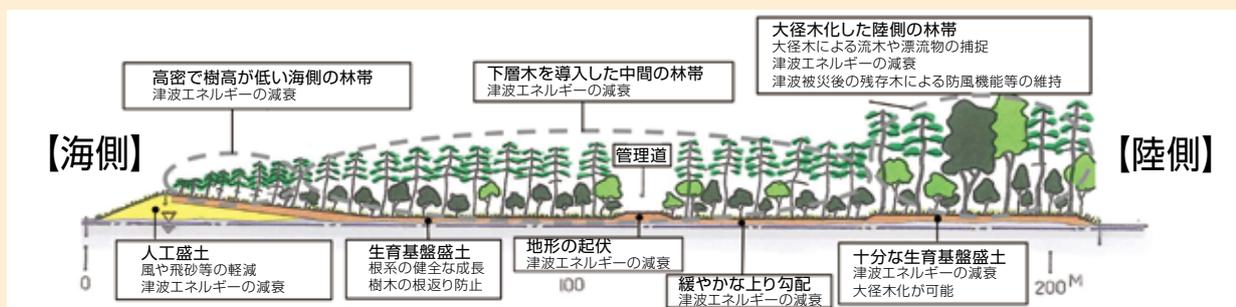


に検討する必要がある。

さらに、NPOや企業等からも海岸防災林の再生に関心が示されていることから、民間団体等との継続的な連携も積極的に検討する必要がある（事例I-2、3、4）。

なお、検討会では、これらの留意すべき事項を踏まえた海岸防災林再生の将来イメージを示している（図I-11）。海岸防災林は長い年月をかけて先人たちが造成してきたものである。今後も、継続的な取組により、海岸防災林の再生を図り、次代に引き継いでいく必要がある。

図I-11 海岸防災林再生の将来イメージ



資料：第5回東日本大震災に係る海岸防災林の再生に関する検討会—資料1：75。

(イ)新たなまちづくりに向けた木材の活用

(a)これまでの動き

(約5万戸の応急仮設住宅を建設)

東日本大震災では、地震の揺れと津波による建物の全壊・半壊は37万戸を超え、このうち全壊は約13万戸に及んだ^{*51}。地震発生直後には、最大約47万人が公民館・学校等の避難所約2千か所に避難して、長期の避難生活を余儀なくされた^{*52}。このため、被災者の住まいの確保が喫緊の課題となり、震災直後から、各県で、「災害救助法」に基づく「応急仮設住宅^{*53}」の建設が始まった。

応急仮設住宅の建設に当たっては、当初、各県と「災害時における応急仮設住宅の建設に関する協定」(災害協定)を結んでいる社団法人プレハブ建築協会^{*54}が、被災各県からの建設要請を受けて、同協会に加盟するメーカーを中心に建設が進められた。平成23(2011)年3月末の時点では、被災3県(岩手県、宮城県及び福島県)から合計約32,800戸の建設要請があり、同4月中旬には、建設要請戸数は約72,000戸にまで増加した。

その後、同4月末に、厚生労働省が、民間賃貸住宅を応急仮設住宅として借り上げて提供した場合も、「災害救助法」が適用され、国庫負担が行われる旨通知したこと等から(いわゆる、「みなし仮設住宅」制度)^{*55}、応急仮設住宅の建設要請戸数は、約53,000戸まで減少した(平成24(2012)年2月現在)。このため、一部の住宅メーカーでは、木材を含む応急仮設住宅用資材の在庫を抱えることとなった^{*56}。応急仮設住宅の建設は、平成23

(2011)10月までに、おおむね終了した。

(応急仮設住宅の約4分の1が木造)

当初、応急仮設住宅の建設は、各県と災害協定を締結していた社団法人プレハブ建築協会に加盟する大手住宅メーカーを中心に進められ、一部は木造で建設された。

その後、応急仮設住宅の建設要請戸数が当初の想定を超える規模となるとともに、関係者から、被災地域の経済復興のため、地元の建設業者等に応急仮設住宅の建設を発注すべきとの意見が多く出された。このため、被災3県では、地元の建設業者等を対象として、応急仮設住宅の建設事業者を公募することとした。

このうち、岩手県は、平成23(2011)年4月から5月にかけて、県内に本店又は営業所を有する業者を対象として、建設事業候補者を公募した。この結果、21業者が選定され、1,594戸の木造応急仮設住宅が建設された。

宮城県では、県が公募により供給事業者リストを作成した後、市町村に提示し、市町村が業者を選択して発注する方法をとった。この結果、供給事業者リストに掲載された77の業者から5業者が選定され、140戸の木造応急仮設住宅が建設された。

表 I-4 応急仮設住宅における木造の割合

都道府県	建設戸数 (A)	木造戸数			木造割合 (B/A)
		社団法人プレハブ 建築協会協定分	地元公募等分	合計(B)	
岩手県	13,984戸	2,137戸	1,594戸	3,731戸	26.7%
宮城県	22,042戸	2,734戸	140戸	2,874戸	13.0%
福島県	15,788戸	1,635戸	5,095戸	6,730戸	42.6%
その他	315戸	—	—	—	—
合計	52,129戸	6,506戸	6,829戸	13,335戸	25.6%

注：「建設戸数」は、平成23(2011)年11月14日時点の完成戸数及び着工確定戸数。
資料：国土交通省調べ(平成23(2011)年11月16日現在)。

- *51 警察庁緊急災害警備本部「平成23年(2011)年東北地方太平洋沖地震の被害状況と警察措置」(平成24(2012)年2月8日)
- *52 内閣府「避難所生活者・避難所の推移(東日本大震災、阪神・淡路大震災及び中越地震の比較)」
- *53 「災害救助法」第23条第1項第1号に基づき、住宅が全壊、全焼又は流出し、居住する住家がない者であって、自らの資力では住宅を得ることができない者に対して、2年間を限度に、簡単な住宅を仮設し、一時的な居住の安定を図るもの。
- *54 同協会では、昭和50(1975)年に神奈川県と初めて協定を締結。阪神・淡路大震災を契機として各都道府県との締結を進め、平成9(1997)年に全都道府県と協定を締結している(社団法人プレハブ建築協会ホームページ)。
- *55 「東日本大震災に係る応急仮設住宅としての民間賃貸住宅の借上げの取扱について」(平成23(2011)年4月30日付け社援発0430第1号厚生労働省社会・援護局長発岩手県・宮城県・福島県各知事宛て通知)
- *56 平成23(2011)年6月17日付け産経新聞3面、同6月25日付け日刊木材新聞1面。

福島県は、同4月(一次募集)及び7月(二次募集)に、県産材と県内企業が活用されるよう、県内に本店を置く建設事業者を対象として、建設事業者候補者を公募した。この結果、一次募集では12業者が、二次募集(木造(混構造を含む)に限定)では15業者が選定され、合わせて5,095戸の木造応急仮設住宅が建設された。

これらの結果、今回の震災で建設された応急仮設住宅の約4分の1が木造となった(表I-4)。

このほか、独自の取組として、岩手県住田町^{すみたちょう}が、震災発生直後に、同町産のスギ・カラマツを使用した木造仮設住宅110戸を建設し、隣接する陸前高田市^{りくぜんたか}・大船渡市^{おほふなとし}の被災者等に提供した(事例I-5)。

(木造復興住宅の整備を推進)

応急仮設住宅の存続期間は、「建築基準法」上、最長2年3か月とされている^{*57}ことから、応急仮設住宅からの退去後に、被災者の落ち着き先となる「復興住宅(災害公営住宅)」等の整備を早急に進めることが必要となっている^{*58}。「東日本大震災からの復興の基本方針」では、「津波の危険性がない地域では、災害公営住宅等の木造での整備を促進する」ことと

されており、今後、木造復興住宅の整備を進めることが求められている(事例I-6)。

地域材を活用した木造復興住宅の建設に向けて、平成23(2011)年9月から、国土交通省、林野庁及び独立行政法人住宅金融支援機構のオブザーバー参加の下、社団法人宮城県建築士事務所協会を事務局として、被災3県と関係団体等からなる「地域型復興住宅三県(岩手・宮城・福島)官民連携連絡会議」が開催された。同会議では、同12月に、木造復興住宅のモデル的な設計と生産システムに関するガイドラインを策定した^{*59}。今後、同ガイドラインの活用等により、被災地域における木造復興住宅の建設が進むことが期待される。

(b)分析

(広域的な木材供給体制の整備が必要)

今回の震災では、100万戸を超える住宅が全壊・半壊・一部破損・床上浸水等の被害を受けるとともに、多数の公共施設等が被災した。これら住宅・施設を再建するためには、全半壊した住宅のみで考えても、500万^m³を超える追加的な木材が必要となると考えられる^{*60}。

事例I-5 岩手県住田町^{すみたちょう}による木造仮設住宅の建設

岩手県住田町^{すみたちょう}では、東日本大震災以前から、町長の発案により、国内外での災害の発生に備え、地元の第三セクターで木造の仮設住宅の設計を進めていた。同町では、東日本大震災の発生から3日後に、町の独自施策として、木造の仮設住宅を建設することを決定した。同町は、主に町内産のスギ・カラマツ(70%以上がFSC認証木材)を原料として、製材所や集成材工場、プレカット工場、大工・工務店等の関係者との連携により、平成23(2011)年5月までに110戸(うち17戸は岩手県が医療関係者向けに借り上げ)の木造仮設住宅を建設した。

建設に当たっては、地元の木材を使用することにより、調達時間の短縮とコストの低減を図るとともに、地元の工務店や大工に発注することにより、被災地での雇用確保を通じて経済の活性化にも貢献することができた。

資料：岩手県住田町(2011)現代林業、2011年7月号:1-6.ほか。



岩手県住田町^{すみたちょう}による木造仮設住宅

*57 「建築基準法」第85条第3項及び第4項。

*58 ただし、東日本大震災については、「平成二十三年度東北地方太平洋沖地震による災害についての特定非常災害及びこれに対し適用すべき措置の指定に関する政令」により、「特定非常災害の被害者の権利利益の保全等を図るための特別措置に関する法律」第7条が適用され、市町村長等の許可により、応急仮設住宅の存続期間を1年を超えない期間ごとに延長することが可能となっている。

*59 地域型復興住宅三県(岩手・宮城・福島)官民連携連絡会議(2012)地域型復興住宅設計と生産システムガイドライン。

*60 木造住宅における木材使用量は床面積1^m²当たり0.20^m³程度。平均的な住宅(120^m²)であれば、一戸当たりの木材使用量は約24^m³(「平成23年版森林・林業白書」15ページを参照)。

しかしながら、東北地方では、地震・津波により多くの木材加工施設が被災し、依然として操業を停止している施設や廃業した者もあるなど、木材の供給体制は被災前の水準まで回復していない。また、東北地方6県における震災前(平成22(2010)年)の素材生産量は428万m³であり、今後5年程度で住宅の再建に取り組むとしても、東北地方のみで追加的な需要を全て賄うことは難しい。

したがって、復興に必要な木材を安定的に供給できるよう、全国規模で木材供給体制の強化を図ることが必要である。

(地元業者が地域材を用いた応急仮設住宅を積極的に供給)

これまで、災害に対応した応急仮設住宅のほとんどは、各都道府県と社団法人プレハブ建築協会との協定により、軽量鉄骨のプレハブ造により供給されてきた。これに対して、木造による応急仮設住宅は、平成3(1991)年の「雲仙普賢岳噴火災害」、平成16(2004)年の「新潟県中越地震」等の際に、一部で供給されるにとどまっていた^{*61}。地域材を用

いた応急仮設住宅の供給は、コスト面・工期面で困難と考えられていたが、今回の震災では、各県の公募に応じた地元業者が、地域材を用いた仮設住宅の供給に積極的に取り組み、コスト面・工期面での不安は解消された。

地域材を用いた応急仮設住宅の中には、スギ材を中心に柱や土台に溝を掘って厚板をはめ込む「板倉構法」による住宅^{*62}や、一般社団法人日本ログハウス協会東北支部によるログハウス^{*63}、高齢者でも歩きやすくするため、各棟の間に木製デッキを整備したもの^{*64}等、工夫を凝らして地域材を活用する事例が多く見られた^{*65}。

これまで、一部の応急仮設住宅に対しては、夏暑く冬寒い、隙間風で寒い、雨漏り・結露が発生する、隣家の音が気になるなどの評価が与えられていた^{*66}。これに対して、新潟県中越地震の際に建築された木造の応急仮設住宅では、結露や滴水は発生せず、断熱性に優れていることが確認されている^{*67}。

今回の震災における応急仮設住宅の供給実績を踏

事例 I - 6 新潟県中越地震における「中山間地型復興住宅」の開発・供給

平成16(2004)年10月23日に発生した新潟県中越地震では、長岡市山古志地域(旧山古志村)で土砂崩れや宅地の崩壊等が相次ぎ、全住宅747棟のうち、44%に当たる328棟が全壊するなど、甚大な被害が発生した。このため同地域の全住民が地域外への避難を余儀なくされた。

長岡市では、被災者が住宅を再建して地域に戻ることができるよう、住宅の専門家や地域の住宅生産者、行政による検討委員会を開催して、「中山間地型復興住宅」を開発した。開発に当たっては、「山古志らしさ」、「雪と上手に付き合う」、「地域循環型」、「コスト負担の削減」、「安全で快適に長く住み続けられる」をコンセプトとして、地域の伝統的民家を継承した外観デザイン、越後スギの活用など、様々な工夫が加えられた。

復興住宅の建設に当たっては再建者・設計者・施工者の組織化が図られ、公営住宅を含む57戸の山古志らしい住まいが整備された。

資料：地域住宅計画推進協議会(2008)第3回地域住宅計画賞「長岡市山古志地域における「中山間地型復興住宅」」。



山古志地域における木造復興住宅

- *61 中村昇(2011a)木材情報, 2011年8月号: 1-10; 木村悟隆(2006)新潟県中越地震被害報告書: 154-163.
- *62 安藤邦廣(2011)森林技術, 2011年10月号: 2-7.
- *63 日本林業調査会(2011)林政ニュース, No.417: 13-16; 中村昇(2011b)木材情報, 2011年9月号: 1-10.
- *64 後藤純(2011)淡青, No.25: 42-43.
- *65 はりゅうウッドスタジオ(2012)木造仮設住宅群—3.11からはじまったある建築の記録. ポット出版. も参照.
- *66 室崎益輝(1994)地域安全学会論文報告集(4): 39-49; 神戸弁護士会(1997)阪神・淡路大震災と応急仮設住宅—調査報告と提言; 木村悟隆(2006); 中村昇(2011a)ほか.
- *67 木村悟隆(2006)

また、一般社団法人工務店サポートセンターと全国建設労働組合総連合会は、平成23(2011)年9月に、各都道府県と災害協定を締結することにより、大規模災害後、速やかに木造応急仮設住宅を供給することを目的として、「一般社団法人全国木造建設事業協会」(全木協)を設立した*68。同協会では、平成24(2012)年3月までに、徳島県、高知県、宮崎県、愛知県及び埼玉県の5県とそれぞれ災害協定を締結した。今後、順次、全都道府県と災害協定を締結することを目指している。

このような中、奈良県では、平成23(2011)年9月に発生した台風第12号の被害からの復旧に当たって、114戸の応急仮設住宅が建設され、このうち、57戸は地域材による木造住宅で建設された*69。

(津波による建物の被害は浸水深2m以下で大幅に低下)

国土交通省によると、今回の津波の浸水区域における全ての建物の被災状況を確認した結果、被災建物数は約22万棟、うち全壊(流失を含む)は約12万棟であった。浸水深と被災状況の全般的な傾向としては、浸水深2m前後で被災状況に大きな差があり、浸水深2m以下の場合には、建物が全壊となる割合は大幅に低下することが分かった。具体的には、浸水深

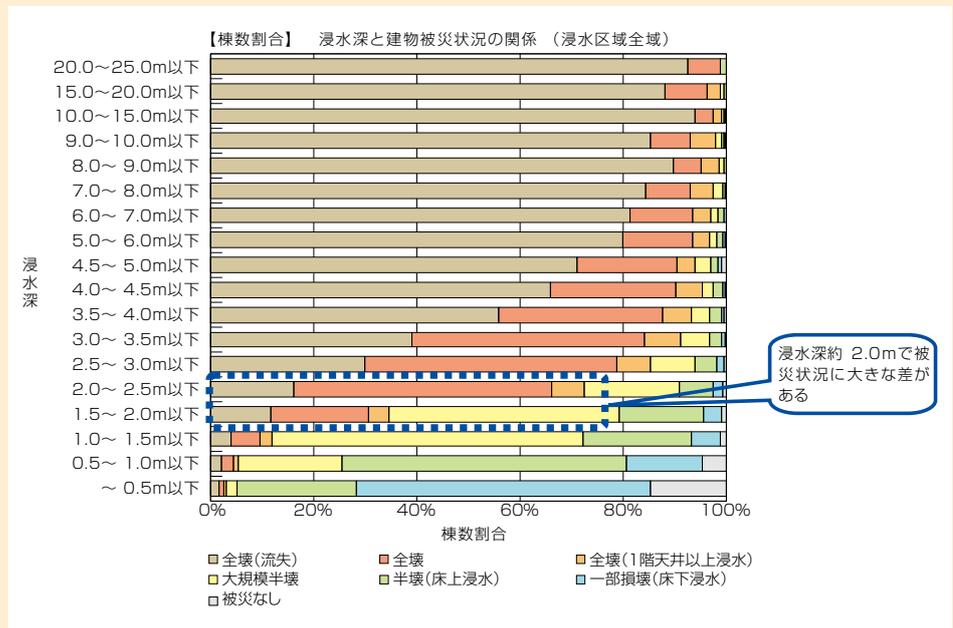
が1.5~2mでは全壊の割合は34%であるのに対して、浸水深2~2.5mでは72%であり、2倍以上の差があった(図I-12)*70。建物の構造別に浸水深と被災状況の関係をみると、木造の建物は全般的な傾向と同様の傾向を示した*71。

また、1階部分を鉄筋コンクリートの柱のみからなる駐車場等(ピロティ)にして、2階部分以上を木造で建築した住宅では、津波の抵抗を受け流すことにより、住宅部分の被害を免れた事例が確認されている*72。

(木造建築物の地震による被害は軽微)

今回の震災では、地震の揺れ自体による木造建築物の被害は比較的軽微であった。震度7から震度6弱を記録した宮城県栗原市くりはらしや白石市しろいしでは、振動による被害は、老朽化した建物を除いて比較的軽微であり、目立った被害は、瓦の落下と土蔵の壁の剥落であった*73。屋根瓦の被害や外壁仕上げ材の剥落や

図I-12 浸水深と津波被災状況の関係



資料：国土交通省プレスリリース「東日本大震災による被災現況調査結果について(第1次報告)」(平成23(2011)年8月4日付け)

*68 坂口岳(2011)木材情報, 2011年10月号: 1-6.
 *69 奈良県「台風12号の被害による応急仮設住宅の建設について」(平成23(2011)年10月7日付けホームページ記事)
 *70 国土交通省プレスリリース「東日本大震災による被災現況調査結果について(第1次報告)」(平成23(2011)年8月4日付け)
 *71 国土交通省プレスリリース「東日本大震災による被災現況調査結果(第2次報告)」(平成23(2011)年10月4日付け)
 *72 田中礼治(2011)建築技術, No.740: 160-168.
 *73 財団法人日本住宅・木材技術センター(2011)住宅と木材, 2011年7月号: 14-29.

損傷といった軽微な被害は、関東地方から東北地方に至る広い範囲で多数見られた*74。

(木造住宅の耐震性が向上)

木造住宅の耐震性は、平成7(1995)年に発生した「阪神・淡路大震災」で大きな問題となった。同震災では、住宅の全壊約10万戸、半壊約11万戸の被害が発生した。木造住宅については、土葺き瓦や土塗り壁等を用いた在来工法の古い住宅に被害が多く、ツーバイフォー工法の住宅、プレハブ工法の住宅及び「建築基準法」の「新耐震基準」(昭和56(1981)年施行)に適合した住宅では、被害が少なかった*75。その後の住宅の再建に当たっては、大手住宅メーカーが積極的に受注活動を行ったこともあり、木造住宅に占めるツーバイフォー工法とプレハブ工法のシェアが上昇する一方、在来工法のシェアは低下した*76。

阪神・淡路大震災における被害を受けて、平成12(2000)年に「建築基準法施行令」が改正され、木造住宅の基礎の仕様や筋交い接合部の仕様等、同震災の被害調査で指摘された箇所への対策が告示で明確化された。また、施工に当たっても、構造用合板等面材の多用、集成材や人工乾燥材への移行、根太の代わりに厚物合板で構造強度を確保する工法の普及、接合部への金物使用の増加等の変化がみられるようになった*77。

これらの変化により、阪神・淡路大震災以降、木造住宅の耐震性は大きく向上しており、今回の震災でも、地震の揺れ自体により大破した木造住宅は、ほとんどが現行の新耐震基準を満たさない古い年代に建築されたものであった*78。

(共振現象が発生せず)

地震波は、様々な周期や振幅の波

から構成され、建物は、それぞれの高さ等に応じた特定の周期(固有周期)の地震波に対して揺れやすいという性質を有している(共振現象)。2階建ての木造住宅の場合、固有周期は1~2秒程度と考えられている。

阪神・淡路大震災では、地震動に周期1~2秒の成分が多く含まれていたことから、木造住宅の被害が多数発生した。これに対して、今回の震災では、地震動に周期1~2秒の成分が少なかったこともあり、木造住宅の被害は小規模にとどまったと考えられている(図I-13)*79。

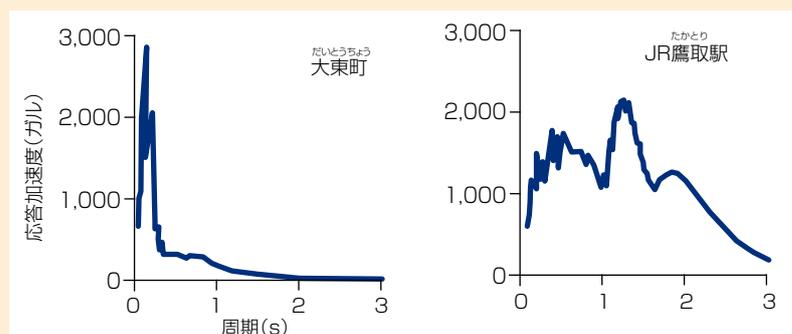
(c)課題

以上の分析を踏まえると、今後、新たなまちづくりに向けた木材の活用を進めるためには、以下の課題に取り組むことが必要である。

①復興住宅の需要に対応できる木材供給体制の整備

復興住宅の整備に当たっては、政府の復興方針を踏まえて、木造での整備を進めることが求められている。しかしながら、これらの復興住宅の整備に必要な木材は、東北地方における既存の木材供給体制では十分に供給できないとみられている。

図I-13 東日本大震災と阪神・淡路大震災における地震の加速度応答スペクトル



注1: 左が東日本大震災における岩手県一関市大東町での加速度応答スペクトル、右が阪神・淡路大震災におけるJR鷹取駅(兵庫県神戸市)での加速度応答スペクトル。

注2: 「加速度応答スペクトル」とは、地震波の周期ごとに、構造物が地震波にさらされたときの加速度の最大値を示したものである。

資料: 五十田博(2011) 木材工業, Vol.66(11): 482-487.

*74 社団法人日本建築学会(2011) 2011年東北地方太平洋沖地震災害調査速報: 575.

*75 国土庁(1995) 平成5年度において防災に関してとった措置の概況-阪神・淡路大震災等に関してとった措置の概況: 12.

*76 財団法人日本木材総合情報センター(1995) 平成7年度阪神・淡路大震災の住宅復興計画と木材需給等調査(平成8年3月).

*77 大橋好光(2004) 建築防災, 2004年1月: 21-25.

*78 板垣直行(2011) 建築技術, No.740: 132-139.

*79 五十田博(2011) 木材工業, Vol.66(11): 482-487.

このため、復興住宅の整備に必要な木材を確実に供給できるよう、東北地方のみならず、全国において、平成23(2011)年度第3次補正予算で積み増し延長された「森林整備加速化・林業再生基金」の活用等により、「森林・林業再生プラン」の実現に向けた各種取組を加速させて、木材供給体制の強化を図ることが必要である。

②地域材を活用した応急仮設住宅の開発・即応供給体制の整備

今回の震災では、応急仮設住宅の多くはプレハブ住宅として供給されたが、地域材による応急仮設住宅も相当数供給された。

今回の実績を踏まえて、今後、大きな災害が発生した際に、居住性の優れた木造応急仮設住宅を早急に供給できる体制を整備することが重要である。特に、被災地域の経済復興のためには、地域材を活用することが求められる。

したがって、将来における災害の備えとして、地域材を活用した低コストで優れた居住性を有する応急仮設住宅のモデルを開発するとともに、災害発生時の即応供給体制を整備することが必要である。

③木造住宅の耐震性に関する普及啓発

今回の震災では、阪神・淡路大震災以降、耐震診断や耐震改修に対する意識が高まり、木造住宅の耐震化の促進が図られてきたこと、今回の地震動には木造住宅の固有周期よりも短い周期の成分が多く、共振現象が発生しなかったことから、地震の揺れによる木造住宅の被害は比較的軽微であった。

木造住宅は、優れた居住性を有するのみならず、施工基準の明確化や施工技術の変化により耐震性が向上していることから、今後、木造住宅の更なる普及を図る際には、その耐震性について十分に説明を行うことが重要である。

④公共建築物の木造化・内装木質化の更なる推進

平成22(2010)年に、「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」が施行され、「公共建築物については可能な限り木造化・内装木質化を図る」との考え方の下、国が整備する低層の公共建築物は原則として全て木造化を図るなど、公共建築

物の木造化・内装木質化に向けて、様々な取組が進められている。

今回の津波被害では、木造公共建築物も大きな被害を受けたが、大断面集成材を使った一部の木造建築物で倒壊を免れたものがあるなど、木造建築物が相応の構造強度を有することを示す事例もみられた^{*80}。

今後も、津波の危険性を考慮して特別な構造とする必要がある場合を除き、「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」の趣旨を踏まえて、公共建築物の木造化・内装木質化を引き続き進めることが必要である。

*80 財団法人日本住宅・木材技術センター(2011) 住宅と木材, 2011年7月号: 14-29.

(ウ)エネルギー安定供給に向けた木質バイオマスの活用

(a)これまでの動き (電力供給力が低下)

東日本大震災では、東京電力福島第一原子力発電所での事故や、地震・津波による火力発電所、水力発電所、変電所、送電設備等の被災により、関東地方を中心に、電力の供給が大きく不足する事態が生じた。このため、平成23(2011)年3月14日から、関東地方と東北地方において、一定地域ごとに電力供給を順次停止・再開する「計画停電」が実施された。

また、同7月からは「電気事業法」に基づく電気の使用制限^{*81}が実施された。この使用制限では、東京電力、東北電力等と直接需給契約を締結している大口需要家(契約電力500kW以上)を対象として、同7月1日から、前年の同期間・時間帯における使用最大電力の値(1時間単位)から15%削減した値を使用電力の上限とすることとされた。

これらの措置と自主的な節電の取組により、平成23(2011)年の夏期には、不測の大規模停電の発生は回避された。しかしながら、定期検査に入った各地の原子力発電所が再起動しなかったことから、それ以降も、電力供給力は低下した状態に置かれた。

このような中、同7月に、政府が策定した「東日本大震災からの復興の基本方針」では、震災からの復興に当たって、バイオマスを含む再生可能エネルギーの導入促進を図ることとされた。平成23(2011)年8月には、電気事業者に対して、再生可能エネルギー源を用いて発電された電気を一定の期間・価格で買い取ることを義務付ける「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法」が成立した^{*82}。

(大量の災害廃棄物が発生)

今回の震災では、地震と津波により、多くの建築物や構造物が破壊され、木くずやコンクリートくず、金属くず等の災害廃棄物(がれき)が大量に発生した。災害廃棄物の発生量は、岩手県、宮城県及び福島県の3県合計で、約2,250万トンに達すると推計

されている。このうち、600万トン以上が宮城県石巻市^{いしのまきし}で発生している(図I-14)。

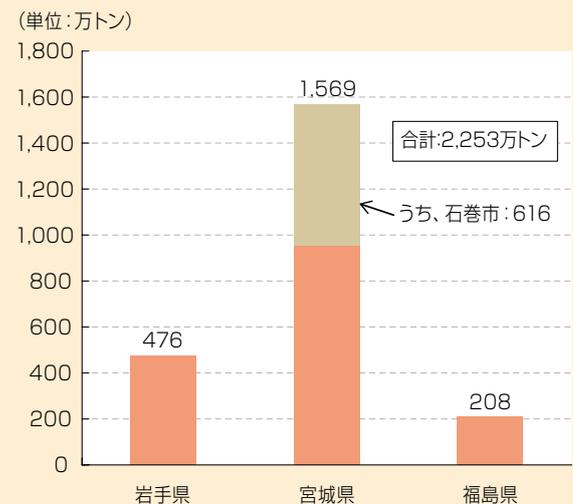
これらの災害廃棄物のうち、木質系災害廃棄物の割合は40~75%で、ボード原料として再利用できる木質系災害廃棄物の潜在量は55~105万トン、製紙原料等に利用可能な流木等も含めると再利用可能な量は合計約300万トンとする推計もある^{*83}。

これらの災害廃棄物の処理については、環境省が平成23(2011)年5月に「東日本大震災に係る災害廃棄物の処理方針(マスタープラン)」を策定した。同方針では、生活環境に支障が生じ得る災害廃棄物は同8月末までに、それ以外は平成24(2012)年3月末までに、仮置場に移動した上、廃棄物の特性に応じて、中間処理・最終処分を行うこととされた。木質系災害廃棄物については、木質ボードやボイラー燃料、発電等に利用することが期待できるとされた。

これを受けて、林野庁では、平成23(2011)年度第1次補正予算により、がれき処理円滑化のため、木材加工・流通施設への木材破砕機の導入に対する支援を行い、岩手県、宮城県、山形県及び福島県の計9か所において、木材破砕機が導入された。

また、平成23(2011)年7月には、宮城県

図I-14 東北3県の災害廃棄物発生量



資料:環境省「沿岸市町村の災害廃棄物処理の進捗状況」(平成24(2012)年1月31日現在)

*81 電力需給緊急対策本部「夏期の電力需給対策について」(平成23(2011)年5月13日)

*82 「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法」については、第V章(164ページ)参照。

*83 特定非営利活動法人全国木材資源リサイクル協会連合会(2011)東日本大震災における災害木くず運用の提案(平成23年6月)。

いしのみまし
石巻市の木材加工工場で、木質系災害廃棄物の受入れが始まり、パーティクルボードの原料又はボイラーの燃料として利用されることとなった。また、同市の製紙工場でも、同8月から、ボイラーの燃料として、がれきの受入れを開始した。

さらに、山形県村山市等被災県以外に所在するバイオマス発電所等でも、発電用燃料等として、がれきの受入れが進められている^{*84}。

(木質系災害廃棄物のエネルギー利用を推進)

林野庁では、平成23(2011)年6月に、震災復興や電力の安定供給の観点から、木質系災害廃棄物の活用と森林資源を活かしたエネルギー供給体制の構築について検討を行うため、「木質バイオマスのエネルギー利用に関する検討会」を開催した。同検討会は、木質バイオマスのエネルギー利用に取り組む企業・団体等を委員として、木質バイオマス等を活用した発電や熱供給の現状と課題やエネルギー源の多様化と地域における熱電併給システムの在り方について意見交換を行った。

また、林野庁では、平成23(2011)年度第2次補正予算により、木質系災害廃棄物等のエネルギー利用への活用可能性に関する調査を実施している。同調査では、青森県、岩手県、宮城県及び福島県において、木質系災害廃棄物等の利用可能量、地域における木質バイオマスエネルギーへの代替可能量及び地域のニーズ等を把握して、地域のニーズに応じた熱電併給システム等を提案することとしている。

加えて、第3次補正予算では、被災地において木質系災害廃棄物や未利用間伐材等を活用する木質バイオマス発電施設や熱供給施設等の整備に対して支援を行うこととしている。

(b)分析

(海水に浸かった木材の利用には注意が必要)

今回の震災により沿岸部で発生した木質系災害廃棄物の多くは、津波により、海水に浸かっているものと考えられる。海水の塩分濃度は3%強程度(塩素濃度は1.9%程度)であり^{*85}、海水を吸収した木材の塩分濃度は最大で8%程度に達すると考えられる^{*86}。海水に浸かった木材を燃焼させた場合には、燃焼機器の損傷や有害物質の発生を招くおそれがあることが指摘されている。特に、塩分を含む木くず等を800℃以下で焼却すると、ダイオキシン類が発生するおそれが高いと言われている^{*87}。このため、海水に浸かった木材を一般燃料に使用する場合には、塩素濃度を0.4%以下、木質ペレットに使用する場合には、0.05%以下とすることが一般に求められる^{*88}。

海水に浸かった木材の脱塩を行うためには、降雨にさらすことが有効であることが知られている。例えば、小径木については、屋外に放置することにより、20mm程度の降雨4回で、塩分濃度を1%^{*89}以下まで低減させることができたとの報告がある^{*90}。このような木材では、塩分のほとんどが、樹皮から1cm以内の辺材部分に存在することが知られている^{*91}。

また、木材チップを堆積して保管すると、微生物の活動により熱とメタンガスが発生して、自然発火する可能性がある。屋外で可燃性廃棄物を保管する場合、自然発火の誘発を防ぐためには、高さ5m以下、一山当たりの設置面積200㎡以下、山と山との間の距離2m以上を確保することが必要であることが知られている^{*92}。

*84 平成23(2011)年8月17日付け朝日新聞29面、同8月18日付け日本農業新聞15面。

*85 国立環境研究所震災対応ネットワーク(2011a) 塩分を含んだ廃棄物の処理方法について(第三報)(平成23(2011)年3月30日)。

*86 斎藤直人(2005) 林産試だより, 2005年3月号: 4-6。

*87 国立環境研究所震災対応ネットワーク(2011b) 塩分を含んだ廃棄物の処理方法について(第二報)(平成23(2011)年3月27日)。

*88 斎藤直人ほか(2011) 林産試験場報, No.540: 1-6。

*89 塩素濃度で0.6%程度。

*90 斎藤直人ほか(2010) 海岸流木のリサイクルに向けたシステム提案(漂着ごみ問題解決に関する研究)。平成19~21年度循環型社会形成推進科学研究費補助金 総合研究報告書概要。

*91 斎藤直人ほか(2011)

*92 国立環境研究所震災対応ネットワーク(2011b)

このため、「東日本大震災に係る災害廃棄物の処理方針(マスタープラン)」では、海水に浸かった木質系災害廃棄物の利用を図るためには、木くずの形状や塩分等の不純物等に関する条件について受入側と事前に調整を行った上で、未加工の状態でも降雨により塩分を除去しつつ、需要に応じて利用することが一案として考えられると指摘している。

(木質バイオマスのエネルギー利用には熱利用が重要)

木質バイオマスの有するエネルギーを有効に活用して、事業の収益性を高めるためには、既存のエネルギー変換システムと比べて、エネルギー変換効率に遜色のない燃焼技術を採用することが重要である。

木質バイオマスのエネルギー変換効率は、「熱利用」のみの場合と熱と電力の両方を供給する「熱電併給」の場合、75%程度とみられている。一方、発電のみの場合は高くても25%程度とする報告があり(図 I-15)^{*93}、石炭火力発電所における通常のエネルギー変換効率である40%程度^{*94}と比べて低いことが知られている。

したがって、木質バイオマスのエネルギー利用に当たっては、熱利用又は熱電併給を基本とするとともに、「再生可能エネルギーの固定価格買取制度」^{*95}等により発電利用を進める場合にも、燃焼によって発生する熱を有効に活用することが重要である。

(欧州では「地域熱供給」に木質バイオマスを多用)

欧州諸国では、燃焼プラントから複数の建物に配管を通し、蒸気(又は温水)を送って暖房等を行う「地域熱供給」に、木質バイオマスが多用されている。

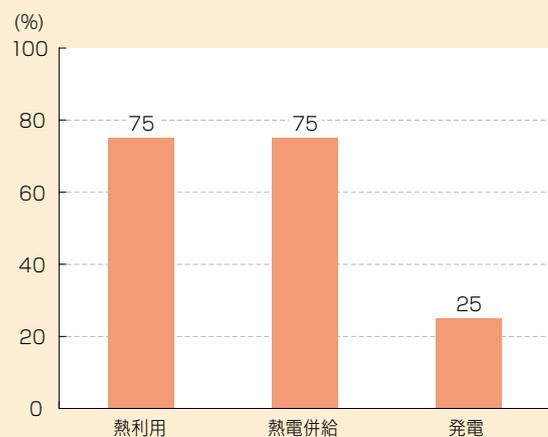
例えば、スウェーデンでは、1991年に炭素税が導入され、地域熱供給用の化石燃料には二酸化炭素や硫黄の排出量に応じて高額な税が課せられたが、木質バイオマス燃料には、これらの税は課されなかった。このため、木質バイオマス燃料は地域熱

供給用の最も安い燃料となり、その後、木質バイオマス燃料による地域暖房システムが急速に普及した^{*96}。

スウェーデンにおける2009年の地域熱供給部門のエネルギー消費量は52TWh^{*97}で、エネルギー消費量全体(376TWh)の約14%を占める。地域熱供給部門のエネルギー消費量のうち、42.2TWhはバイオ燃料等によって供給されており、このうち、木質燃料は27.7TWhで約66%を占めている。これらの木質燃料の多くは、林地残材、工場残材又は低質材である^{*98}。

また、オーストリアにおいても、全世帯の約2割が地域熱供給を利用している。同国では、国内1,550か所の地域熱供給プラントで、小径木や製材工場から出る残材をチップに破碎して燃焼し、各世帯に配管されたパイプを通じて蒸気や温水を供給している^{*99}。

図 I-15 木質バイオマスのエネルギー変換効率(例)



注：燃料の有するエネルギー量に対する各技術で有効に利用できるエネルギー量の割合。数値はいずれも概数。
資料：Manomet Center for Conservation Sciences (2010) Biomass Sustainability and Carbon Policy Study. NCI-2010-03: 129. より作成。

*93 Manomet Center for Conservation Sciences (2010) Biomass Sustainability and Carbon Policy Study. NCI-2010-03.
*94 資源エネルギー庁 (2004) エネルギー白書(2004年版): 52.
*95 「再生可能エネルギーの固定価格買取制度」については、第V章(164ページ)参照。
*96 Bengt Johansson (2000) Economic Instrument in Practice 1: Carbon Tax in Sweden: Innovation and the Environment (OECD Proceedings).
*97 「T(テラ)」は、 10^{12} のこと。
*98 Swedish Energy Agency (2010) Energy in Sweden 2010: 50,102.
*99 熊崎実 (2011) 林業経済, 64 (4): 7-12.

(我が国では木質バイオマスによる地域熱供給は低位)

これに対して、我が国では、「熱供給事業法」に基づき、主に都市部の全国142地区で、廃棄物や廃熱等を熱源とする地域熱供給事業が実施され、年間約2.5万TJの熱を販売しているが*100、同事業における木質バイオマスの利用はほとんど進んでいない。

しかしながら、我が国でも、集中的な熱需要が見込まれ、低コストで配管を敷設できる市街地であって、周辺地域に木質バイオマスを十分に確保できる森林が所在する場合には、木質バイオマスによる地域熱供給を実施できる可能性があると考えられる*101。この際、原料調達と熱供給の範囲が広がると、木質バイオマスの収集・運搬コストが上昇し、輸送による熱の損失も増加することから、小規模分散型の熱供給システムとすることが重要である*102(事例I-7)。

(c)課題

以上の分析を踏まえると、今後、被災地及びその周辺において、エネルギー安定供給に向けた木質バイオマスの活用を進めるためには、以下の課題に取

り組むことが必要である。

①木質系災害廃棄物の利用に向けた情報把握

今回の震災による廃棄物は極めて大量であることから、極力、埋立処分等に回す量を減らすことが必要である。このため、木質系災害廃棄物は、可能な限り、木質ボードの原料やボイラーの燃料等に利活用することが求められている。しかしながら、現時点では、どれだけの木質系災害廃棄物を利用できるかについて、十分な情報が把握されていない。

現在、林野庁では、平成23(2011)年度第2次補正予算により、木質系災害廃棄物等のエネルギー利用への活用可能性に関する調査を実施している。今後、同調査等により、早急に木質系災害廃棄物の利用可能量等に関する情報を把握する必要がある。

②木質バイオマスによる熱電併給等の新たなまちづくりへの位置付け

木質系災害廃棄物や未利用間伐材等の木質バイオマスの利用に当たっては、エネルギー変換効率の優れた熱利用又は熱電併給を基本とするとともに、発電に利用する場合にも、燃焼によって発生する熱の有効利用を進めることが重要である。

事例I-7 木質バイオマスによる地域熱供給

山形県最上町では、保健医療福祉の総合施設である「もがみウェルネスプラザ」において、間伐材の熱利用に取り組んでいる。

同町では、平成18(2006)年度から19(2007)年度にかけて、同施設の重油ボイラーを550kWと700kWの木質チップボイラーに交換して、施設内の福祉センター、病院、健康センター、老人保健施設、園芸ハウスに、暖房、冷房、温水を供給している(ただし、重油ボイラーはバックアップとして存置)。

燃料となるチップは、町内の林業事業者と製材業者により設立された木材チップ会社が町内の民有林から間伐材を搬出してチップ化したものを供給している。同社には、町内の国有林からも端材が安定的に供給されている。

同施設では、木質チップボイラーの導入により、平成21(2009)年度には、重油使用量が平成11(1999)~17(2005)年度における平均の半分となり、年間約1,800万円の経費を削減することができた。

資料：高橋昭彦(2010)「バイオエネルギー地域システム化実験事業」成果報告会(平成22(2010)年7月28日)発表資料。



もがみウェルネスプラザの熱供給システム

*100 一般社団法人熱供給事業協会ホームページ(<http://www.jdhc.or.jp/>)より。
 *101 熊崎実(2011)
 *102 国立国会図書館(2006)木質バイオマスのエネルギー利用. ISSUE BRIEF, No.510: 9.

熱利用推進のためには、地域における木質バイオマスの供給可能量を考慮した上で、熱需要を取りまとめ、各市町村の復興計画等の中で、木質バイオマスによる熱供給システムの位置付けを明確にすることが必要である。その上で、温水配管等のインフラ整備により、新たなまちづくりと一体となって、計画的に事業を推進することが必要である。

また、被災地におけるモデル的な熱電併給の取組成果を踏まえて、全国に同様の取組が普及していくことが期待される。

③がれき処理終了後に向けた木質バイオマスの安定供給体制の整備

我が国では、収集・運搬コストの問題から、間伐材の多くが未利用となっており、未利用間伐材等の発生量は年間約2,000万 m^3 と推計されている。

今後、当面は、木質系災害廃棄物の活用を前提として、被災地における木質バイオマスのエネルギー利用を進めるものの、廃棄物の処理が終了した後は、燃料を未利用間伐材等にスムーズに移行させていく必要がある。

このため、「森林・林業基本計画」を踏まえて、地域における未利用間伐材等の発生量を把握した上で、施業の集約化、路網の整備、林業機械の導入等により、未利用間伐材等の安定的な供給体制を確立することが必要である。

