

今後における海岸防災林の再生について (案)

平成 2 4 年 1 月

東日本大震災に係る海岸防災林の再生に関する検討会

目 次

| | |
|-------------------------|----|
| はじめに | 1 |
| 第1 検討の趣旨 | 3 |
| 第2 海岸防災林の被災状況及び津波に対する効果 | 4 |
| 1 地震及び津波の概要 | 4 |
| 2 海岸防災林の被災状況 | 4 |
| 3 海岸防災林の津波に対する効果 | 6 |
| 第3 海岸防災林の再生方針 | 9 |
| 1 基本的な考え方 | 9 |
| 2 多機能海岸防災林の機能及び効果 | 11 |
| 3 検討に当たって留意すべき事項 | 12 |
| (1) 地域の復興計画等との整合 | 12 |
| (2) 林帯の配置 | 13 |
| (3) 生育基盤の造成 | 14 |
| (4) 人工盛土の造成 | 15 |
| (5) 災害廃棄物由来の再生資材の利用 | 16 |
| (6) 森林の構成 | 18 |
| (7) 緑化体制の整備 | 20 |
| 4 海岸防災林の再生に当たっての推進方向 | 21 |
| 第4 その他 | 22 |

はじめに

平成23年3月11日に発生した東日本大震災では、大規模な津波の発生により約1万9千人の死者・行方不明者をもたらした、戦後最悪の自然災害となった。

津波の発生は、地域住民が長年にわたって育み、潮害、飛砂・風害の防備機能の発揮や白砂青松の美しい景観を形成してきた海岸防災林をはじめ太平洋沿岸地域に壊滅的な被害をもたらした。

平地に乏しい我が国では、古くから人口の大部分が沿岸周辺に集中して産業が発達してきたため、地震による津波災害、台風による高潮災害など、常に災害を受けやすい自然条件下において社会・経済活動を営まざるを得ない状況にさらされてきた。

こうした中、海岸防災林の潮害の防備、飛砂・風害の防備等の機能は経験的に知られており、先人が、自らの生活を守るために9世紀頃から自生森林の保全や植栽に取り組み始め、17世紀頃から本格的に海岸防災林の造成を実施してきた歴史がある。

このような先人の努力にも関わらず、今回発生した未曾有の津波により、350年以上前から育まれ白砂青松百選にも選定されている岩手県の「高田松原」や伊達政宗の命により400年以上前から造成されてきた宮城県の仙台湾南岸域の海岸防災林をはじめ、福島県の南相馬やいわきの江戸時代から造成されてきた海岸防災林などが、かつて経験したことのない規模で被災したところである。

今回の大震災による被災地域の復旧・復興は喫緊の課題となっており、海岸防災林の再生もその役割の一翼を担っていくべきことは言うまでもない。

一方で、津波に対する海岸防災林の機能及び効果に関する技術的知見

が限られていたことは否めない。

こうした状況を踏まえ、被災状況の把握、復旧方針の検討など初動対応が講じられるとともに、今後の海岸防災林の再生に向けた技術的知見の収集等の観点から「東日本大震災に係る海岸防災林の再生に関する検討会」が設置された。

本検討会においては、海岸防災林の被害状況の把握、防災効果の検証、復旧方法等について検討を行ってきたところであり、被災地の復興計画策定の一助とすべく、昨年7月に中間報告を取りまとめた。

その後、詳細な現地調査を実施する等具体的な検討を継続してきたところであり、今般、これまでの検討結果を踏まえ、「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。

多くの尊い人命や財産が失われ、今後、復興に向けた歩みを着実に進めていかなければならない太平洋沿岸の被災地では、「一日も早く元の生活に戻りたい」という切実なる願いがある中で、「安全・安心な地域づくり」に取り組んでいく必要がある。

そのような中、林野庁及び関係地方公共団体等においては、地域の要望等を踏まえつつ、本報告に基づいて、被災箇所ごとに海岸防災林の復旧方法を検討するよう提言するものである。

なお、我が国は、周りを海に囲まれており、その海岸線の総延長は約3万4千kmに及んでいる。本報告は、今回の大震災により被災した海岸防災林の再生のみならず、今後、全国の海岸防災林においても、参考として頂ければ幸いである。

第1 検討の趣旨

平成23年3月11日に我が国観測史上最大規模の東北地方太平洋沖地震が発生し、この地震に伴う大規模な津波により、青森県から千葉県の広い範囲の海岸防災林において甚大な被害がもたらされた。特に、仙台平野や三陸地方などで壊滅的な被害が報告されている。

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、農地や居住地を災害から守るなど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、こうした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、また、これらのうちには、風致保安林や保健保安林等に指定され、美しい景観を維持しているものもある。

このように、海岸防災林は地域の生活環境の保全に重要な役割を果たしてきており、古くから地域住民により造成・維持管理されてきているなど歴史的な経緯や地域社会との密接な関わりがある。

今回の津波災害では、甚大な被害を受けた海岸防災林も多いが、津波エネルギーの減衰や漂流物を捕捉するなど一定の効果があったことが報告されている。

海岸防災林は、こうした重要な役割を担っていることから、後背地の土地利用状況など地域の実情等を踏まえ、早急に再生する必要がある。他方、今回の津波による海岸防災林の被害はかつてない規模であり、また、津波に対する機能及び効果に関する技術的知見は限られていることに鑑み、本検討会において、海岸防災林の被災状況の把握、防災効果の検証、復旧方法等の検討を行い、技術的観点から、海岸防災林の再生方針を策定するものである。

第2 海岸防災林の被災状況及び津波に対する効果

1 地震及び津波の概要

- (1) 平成23年3月11日（金）14時46分に三陸沖を震源とするマグニチュード9.0の我が国観測史上最大規模の東北地方太平洋沖地震が発生し、宮城県栗原市で震度7を観測するなど、岩手県から千葉県の広い範囲で震度6弱以上の強い揺れを観測した。
- (2) この地震により大規模な津波が発生し、日本列島太平洋沿岸で広く津波が観測され、岩手県宮古市の検潮所で8.5m以上の津波を観測するなど、震源に近い青森県から千葉県の海岸部で高い津波が観測された。
- (3) この津波の遡上高は、地形の特徴を反映したものとなっており、三陸海岸の外洋に面する小規模な谷では20mを超えるとともに、松島湾などの内湾や仙台平野などの平野部においても10m程度に及んだ。
- (4) また、今回の地震により、大規模な地殻変動が発生しており、宮城県北東部の牡鹿半島では、1.2mもの地盤沈下が発生し、また、東北地方の太平洋側の他の地域でも地盤沈下が発生している。
- (5) 津波による浸水は、国土地理院が行った空中写真・衛星画像判読によると青森県から千葉県の6県で計561km²とされ、そのうち、農用地、森林等の浸水は280km²を超えており、仙台平野など平野部では海岸線から5km以上内陸部まで浸水範囲が及んでいる。

2 海岸防災林の被災状況

- (1) 今回の津波による青森、岩手、宮城、福島、茨城、千葉の6県の海岸林の浸水被害は、約3,660haで、空中写真等を用いて流失

・水没・倒伏状況を判読した結果、被害率区分75%以上が約3割、25～75%が約2割強と、かつてない甚大な被害状況となっている。

※ 海岸林とは、海岸防災林を含む海岸部に存在する森林。

※ 震災後の空中写真等の有無により、青森県は六ヶ所村以南、福島県は南相馬市以北及びいわき市の一部、千葉県は一宮町以北に限定して判読した結果である。

(2) 海岸林の被災状況は、津波の規模や地形等により多様であり、県別の被災状況は以下のとおりである。

- ① 青森県は、海岸林の浸水面積が613haであり、ほとんどが軽微な被害である。
- ② 岩手県は、海岸林の浸水面積が164haと6県のうち最も少ないが、その約6割が甚大な被害である。
- ③ 宮城県は、海岸林の浸水面積が1,753haであり、そのうち甚大な被害となっているのは約4割であるが、750haと面積は大きい。
- ④ 福島県は、海岸林の浸水面積が295haであり、その約7割が甚大な被害である。
- ⑤ 茨城県は、海岸林の浸水面積が470haであり、ほとんどが軽微な被害である。
- ⑥ 千葉県は、海岸林の浸水面積が364haであり、ほとんどが軽微な被害である。

なお、空中写真の判読により被害を把握した以降、新たに樹木が枯れた箇所がみられるとともに、樹勢の衰えに伴い、今後、松くい虫等の病虫害が発生するなど、さらに被害が激甚化するおそれがあることに留意する必要がある。

(3) このうち、海岸防災林においては、現地調査の結果、1月24日現在、253箇所、被害面積約1,718haの甚大な被害が報告されている。

- (4) 海岸防災林の被害を大別すると以下のとおりである。
- ① 防潮堤等の施設が存在せず、林帯のみが被災
 - ② 防潮堤等の施設のみが被災
 - ③ 津波が防潮堤等の施設を越える等により林帯のみが被災
 - ④ 防潮堤等の施設と林帯がともに被災（今回の津波被害の大部分を占めている）
- (5) さらに、被災状況を詳細にみると、地盤高が低く地下水位が高い箇所では、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していることが確認された。また、地盤沈下が確認されるとともに液状化が発生していた可能性も指摘されている。一方、場所によっては、根の緊縛力が強く、根返りはしていないが、津波の流体力に耐えられずに幹折れし流失したものも多数存在している。

3 海岸防災林の津波に対する効果

- (1) 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森林である。特に、こうした機能を高度に発揮する森林は、以下の保安林に指定されている。
- ① 飛砂防備保安林
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・堆積して内陸部に侵入するのを防止
 - ② 防風保安林
風速を緩和して暴風、塩風、風食などを防ぎ、沿岸地域の植物などの損傷と生理的障害を防止・軽減
 - ③ 潮害防備保安林
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。また、強風時の空気中の海塩粒子を捕捉するとと

もに、風速の緩和によって塩害、潮風害を防止

④ 防霧保安林

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

(2) 海岸防災林の津波に対する効果については、過去の津波の事例調査等から、以下の効果が挙げられている。

- ① 津波の波力を減衰して流速やエネルギーを低下させ、その破壊力を弱めること
- ② 樹木が漂流物の移動を阻止し、移動によって生じる二次的災害を軽減または防止すること
- ③ 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こと
- ④ 強風による砂丘の移動を防いで海岸に高い地形を保ち、それが津波に対する障壁となって海水の侵入を阻止すること

(3) 過去の津波の事例調査によると、上記(2)①の津波の波力を減衰した事例としては、昭和三陸津波（1933年）の際、岩手県陸前高田市の高田松原で、密な林の中の家屋は床下浸水程度で大きな被害はなかったが、展望をよくする目的で前面の林帯を切り開いた箇所は、家屋は跡形もなく全壊した例や、チリ地震津波（1960年）の際、同じく高田松原で、優良な防潮林の中にあつた家屋は小破壊にとどまったが、地盤の低い湿地で極端に疎開した林分の背後では、家屋は全壊・流出の被害を受けた例が報告されている。

さらに、日本海中部地震津波（1983年）の際、秋田県能代市大^{おおひらき}開で、高さ5mの前砂丘を侵食破壊して乗り越えた津波が、汀線から約200m後方から始まる幅150mのクロマツ防潮林を通過し、さらに150～200m内陸まで侵入したが、海水の高さは砂丘上で2～3m、林の直後で70cm程度に減少したと推定される例が報告されている。

※ なお、能代市の例は、林の影響なのか、林の後方に向かって地形が低くなって

いることによるものなのかは定かではないが、林帯後方の建物に被害は見られなかった。

(4) また、上記(2)②の漂流物の移動を阻止した事例としては、南海地震（1946年）の津波の際、和歌山県広川町のクロマツ林が150トンもの木造船の移動を阻止し、後方の中学校に衝突して破壊するのを防いだ例や、チリ地震津波（1960年）の際、岩手県宮古市赤前海岸^{あかまえ}で10トン前後の動力船6隻が林帯幅の80%をなぎ倒したが、後方の数列で阻止された例が報告されている。

(5) さらに、上記(2)④の砂丘が津波に対する障壁となって海水の侵入を阻止した例としては、日本海中部地震津波（1983年）の際、秋田県八竜町^{はちりゆうちょう}（現三種町^{みたねちょう}）釜石から八森町^{はちもりまち}（現八峰町^{はつぼうちょう}）滝の間の30kmの海岸が10m前後の津波に襲われたが、この沿岸には海岸線に平行して高さ10m前後の砂丘が走っており、集落は良好な防潮林に覆われた砂丘の背後にあったため、津波に直撃された集落がなかった例や、同じく日本海中部地震津波の際、秋田県峰浜村^{みねはま}（現八峰町^{よこながねした}）横長根下では最大波高12.6mを記録し、津波は竹生川^{たこうがわ}に沿って汀線から1km内陸まで侵入したが、竹生川に隣接する砂丘では、クロマツ林によって、水勢がそがれ、砂丘の後方100～150m程度のクロマツ林内でとまった例が報告されている。

このほか、上記(2)③のすがりつきの効果も報告されている。

(6) 今回の津波においても、壊滅的な被害を受けた海岸防災林も多いが、津波エネルギーの減衰効果、到達時間の遅延効果がみられた事例が報告されている。このような効果は被災した海岸防災林においてもあったものと考えられる。

また、林帯が残った海岸防災林では、漂流物を捕捉し、林帯の背後に存する人家等の被害を軽減した事例も報告されている。

(7) 例えば、青森県八戸市市川町では、6mを超える津波に襲われ、20隻を超える船が海岸防災林をなぎ倒したが、すべて林帯で捕捉され、背後の住宅地へ侵入することを阻止し、また背後の住宅地は3m以上浸水したが流出しなかった例や、岩手県普代村の普代浜では、T.P. +15.5m（東京湾平均海面からの高さが15.5m）の防潮堤を超える津波に襲われ、防潮堤の海側の海岸防災林は壊滅的な被害が発生したものの、防潮堤の内側の海岸防災林が、コンクリート片等の漂流物を林帯で捕捉して市街地に対する被害を防止した例が報告されている。

(8) また、宮城県仙台市若林区では、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が原形をとどめて残った例^{*}や、福島県いわき市新舞子では、7mを超える津波に襲われたが、林帯により車等を捕捉し、林帯の背後の農地への流入を防いだ例、さらに、茨城県北茨城市や大洗町では、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、国道や人家等への直接的な被害が軽減された例が報告されている。

※ 住宅が原形をとどめたのは海岸防災林以外の要因が関係している可能性がある。

(9) これらのように、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など被害の軽減効果を発揮していると考えられる。

第3 海岸防災林の再生方針

1 基本的な考え方

(1) 前述したとおり、海岸防災林は、飛砂・風害の防備等の災害防止機能を有し、地域の生活環境の保全に重要な役割を果たしてき

ているとともに、過去及び今回の津波による被災事例においても、津波エネルギーの減衰効果、到達時間の遅延効果、漂流物の捕捉効果等があることが報告されている。

このように、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など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づけることができる。

また、今回の津波による海岸防災林の被害は、岩手、宮城、福島各県を中心として広範囲に及び、津波の規模や地形等により、被災状況は地域により多様である。

以上のことから、今回の津波による甚大な被災状況を踏まえ、地域の防災機能の確保を図る観点から、飛砂・風害の防備等の災害防止機能に加え、津波に対する被害軽減効果も考慮した海岸防災林の復旧・再生を検討していく必要がある。

- (2) 具体的には、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、海岸防災林の再生方法を決定していくことが必要である。

この際、海岸防災林の再生に当たっては、維持管理を含むコストなども合わせて検討する必要がある。

- (3) 基本的な再生の方向性としては、大別して以下の4パターンが想定され、単独パターンやこれらパターンの組み合わせにより海岸防災林の再生を図っていくことが必要である。

ア リアス式海岸部など林帯幅が狭い箇所や施設のみ被災箇所

※ 海岸線に山が近接している場合のほか社会条件等により林帯幅の確保が困難な場合を含む。

- ① 林帯を再生しつつ、従来どおりの規模による施設の原形復旧により必要な機能を確認
- ② 林帯を再生しつつ、防潮堤等施設の改良により必要な機能

を確保

イ 平野部など林帯幅が確保できる箇所

- ③ 林帯幅の確保により必要な機能を確保
- ④ 林帯幅の確保に加えて人工盛土の造成により必要な機能を確保（多機能海岸防災林）

なお、林帯幅については、後背地の土地利用状況など地域の実情を十分踏まえ検討する必要があるとともに、生育基盤については、根返りによる被害を防止する観点から、必要に応じ盛土し、森林造成することにより必要な機能を確保することが望ましい。

2 多機能海岸防災林の機能及び効果

(1) 上記1(3)イ④の多機能海岸防災林については、特に津波エネルギーの減衰効果等被害の軽減効果とともに、海岸防災林が有する災害防止機能等の以下の機能及び効果が期待される。

- ① 飛砂防備、防風及び防霧等の災害防止機能
- ② 憩いの場の提供や望ましい景観を創出する保健休養機能
- ③ 植栽した樹木の維持・管理など継続した雇用の創出効果
- ④ 大量に発生した災害廃棄物のうち無害化处理等された再生資材や建設発生土などを盛土材として有効利用できる効果

(2) このため、上記1(2)のように、被災箇所ごとに具体的な再生方法を決定していく必要があるが、特に、多機能海岸防災林の造成に当たっては、以下の条件を備える必要がある。

- ① 人工盛土等を造成・整備する十分な土地が確保できること
- ② 人工盛土等を造成するための十分な盛土材等が確保できること
- ③ 事業実施に当たり当該土地の所有者の同意が得られること
- ④ 地域の復興計画等との整合を図ること

⑤ 保全対象となる地域からの要請があること

3 検討に当たって留意すべき事項

(1) 地域の復興計画等との整合

ア 東北地方の太平洋岸では、明治三陸津波（1896年）、昭和三陸津波（1933年）、チリ地震津波（1960年）など過去にも大規模な津波により甚大な被害が発生しており、今後においても今回の津波と同様の巨大津波が発生する可能性は否定できない。

イ 中央防災会議「東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会」等において、発生頻度と規模の異なる津波に対する今後の対策が取りまとめられている。

また、国の東日本大震災復興構想会議の「復興への提言」、東日本大震災復興対策本部の「東日本大震災からの復興の基本方針」が取りまとめられ、基本方針では、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」ことが明記されている。

被災各県及び各市町村では、復興計画等を策定してきており、さらに、「東日本大震災復興特別区域法」や「津波防災地域づくりに関する法律」が成立し、これらも踏まえた検討が今後行われることとなる。

ウ それぞれの地域におけるリスク管理は、災害時の被害を最小化する「減災」の考え方の下、地域ごとに合意形成を踏まえ行われるべきであり、海岸防災林は完全に津波を抑止することはできないものの、津波の規模に応じて津波エネルギーの減衰効果や漂流物の捕捉効果など被害の軽減効果がみられることから、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当たっては、地域の復興計画等との整合を図るよう検討される必要がある。

(2) 林帯の配置

ア 飛砂防備や防風等の防災機能を発揮する観点から森林を造成する場合にあっては、これまでの研究成果では、飛砂防備等の機能面からすれば50m程度以上の林帯幅が必要とされている。しかしながら、海浜部は飛砂・塩害等樹林にとっては厳しい生育環境であることから、一概には言えないものの、これらの影響の程度に応じておおむね150～250m程度の林帯幅が望ましいとされている。

イ また、津波エネルギーの減衰効果等の観点からは、これまでの研究成果によると、津波高3m等の一定条件での数値シミュレーション結果ではあるが、林帯幅50m程度以上で家屋破壊等に影響する津波の流体力（流速、水流圧力等）を半分以下に低減し、津波の到達距離、浸水深の低減は林帯幅200m以上から高い効果がみられるとの知見がある。

さらに、今回実施した津波高6.5m等の一定条件での数値シミュレーションではあるが、林帯幅の広さに応じてその効果が発揮され、林帯幅が200mの海岸防災林が存在した場合には、流体力が3割程度減少する結果となっている。

なお、これらは、幹折れ等の樹木の被害が生じない場合の知見であり、津波エネルギーの減衰効果等は、津波の規模や地形、林分構造等により異なることから、必要に応じ、箇所ごとにその効果を検証することが望ましい。

ウ これらの知見を踏まえ、飛砂・風害の防備等の災害防止機能に加え、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・再生する観点からは、広い林帯幅とすることが望ましい。

エ しかしながら、地域の復興計画や土地利用計画等の検討結果

によっては、望ましい林帯幅の確保が難しい場合も考えられる。
この場合にあつては、森林の構成により機能を高めることも検討する必要がある。

オ なお、担うべき防災効果を十全に発揮するためには、海岸線に垂直方向の通路等で林帯が分断されないよう、できる限り留意する必要がある。

(3) 生育基盤の造成

ア 微地形が津波エネルギーの減衰や樹木の成長に影響していると考えられることから、微地形にも着目して検討する必要がある。

特に、地盤高が低く地下水位が高い箇所では、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していることが確認された。

また、現地調査の結果では、十分な樹高を有し被害を受けずに残った樹木は、地下水位より上位の土層深が3 m程度の箇所で生育しており、また、幹折れしたが根返りはしなかった樹木は、地下水位より上位の土層深が2 m程度の箇所で生育していたことが確認された。

イ このため、飛砂・風害の防備等に必要な樹高を有する樹木の根系の健全な成長を確保する観点、及び津波に対して根返りしにくい林帯を造成する観点から、植栽木の生育基盤の造成においては、地下水位等から2～3 m程度の地盤高さを確保するための盛土を実施することが望ましい。

その際、盛土による津波エネルギーの減衰効果の観点から、海側から陸側に緩やかに上り勾配をつけることや、汀線に平行に起伏を設けることを検討することが望ましい。

ウ なお、漂流物の捕捉効果の発揮、津波による被災後の海岸防災林の飛砂・風害の防備等の災害防止機能の確保、林帯内で流木化した樹木を抑止する観点から、少なくとも、陸側林縁部については、十分に盛土高さを確保することが望ましい。

エ また、一部の林帯が津波による破壊を免れた場合、その背後の林帯が保全される事例が確認されていることから、林帯の海側及び中間部についても、十分に盛土高さを確保することは、林帯保全の観点から有効と考えられる。

(4) 人工盛土の造成

ア 人工盛土は、従来から背後の林帯を風や飛砂等から保護することを目的に造成されてきたが、津波エネルギーの減衰により幹折れ被害を抑制する効果もあると考えられる。

人工盛土の造成については、箇所ごとに2(2)の多機能海岸防災林の造成に当たっての条件を十分に踏まえて検討することが望ましい。

イ 人工盛土の高さは、風や飛砂等から背後の林帯を保全する観点から、周辺の人工砂丘の高さ等を考慮の上、林帯の幹折れ被害をできる限り抑制する観点から、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ことが望ましい。

ウ また、人工盛土の法面について、海側は、飛砂・風害の防備や土量・盛土面積を抑制する観点から、1：2程度の勾配とし、陸側は、越水した際の法面侵食、法尻洗掘の抑制を図る観点から緩傾斜とし、砂草もしくは張芝で表面を被覆するなどの表面侵食対策を施すことが望ましい。

エ 人工盛土は、背後の林帯を保全する観点から造成するもので

あり、林帯の前面（海側）に配置することが望ましい。なお、林帯幅が十分確保できる場合は、津波エネルギーの減衰効果を高めるため、汀線から距離を離して配置することも検討する一方、人工盛土を造成することにより、林帯幅が確保できなくなる場合もあることから、地域の実情を十分勘案した上で検討することが望ましい。

オ また、市街地等の保全対象との関係等を考慮し、孤塁の単独若しくは千鳥格子状の配置も検討することが望ましい。

その際、人工盛土の周辺で津波の流れが集中することが確認されているため、保全対象や林帯の配置の関係にも留意する必要がある。

(5) 災害廃棄物由来の再生資材の利用

ア 東日本大震災では、津波により建物等が広範囲にわたり被害を受け、推計約2,270万トン（岩手県、宮城県、福島県の合計）の災害廃棄物が発生していることから、その処理が復興に当たっての課題となっている。

イ 災害廃棄物は、廃棄物の処理及び清掃に関する法律（以下、「廃掃法」という）上、原則として一般廃棄物として取り扱われる。災害廃棄物の再生利用については、廃掃法、東日本大震災に係る災害廃棄物の処理指針（マスタープラン）及び東日本大震災津波堆積物処理指針などの既存の法制度・指針等に基づいて、適切に処理等が行われた再生資材を用いる必要があるが、これらの再生資材を盛土材等として利用することが望ましい。

なお、利用に当たっては、沿岸漁業への影響等周辺環境への影響が生じないように措置する必要がある。

ウ 災害廃棄物の処理については、マスタープランの中で、コン

クリートくずは建設資材としての利用、津波堆積物は土木資材等としての利用、また木くずについては発電等への利用など、再生利用が可能なものは極力再生利用する旨が明記されている。なお、木くずは従来より建設工事においても再生利用が行われている。

エ コンクリートくずについては、コンクリート用骨材、路盤材、埋め戻し材・裏込め材などとして従来と同様に利用でき、これまでの知見では、破碎・粒度調整の加工を施し、以下のいずれかの品質を確保することにより、盛土材等として利用することができる」とされている。

- ① 最大粒径300mm以下かつ混入率（重量比）30%以下
- ② 最大粒径300mm以下かつ粒径37.5mm以上の混入率40%以下
- ③ 粒径150mm～300mmのものを蛇かごの中詰めとして利用

オ 津波堆積物については、その物理的性状が建設発生土利用技術マニュアルにおける土質区分のうち、第1種～第3種建設発生土相当の津波堆積物はそのまま、第4種・泥土相当の津波堆積物は必要な土質改良を行うことにより盛土材として利用することができる。

カ 木くずは、チップ加工を行った上で、土壌改良材、マルチング材等に利用することができる。

また、津波により被災した森林内に残存している倒木・枯損木は、いわゆる「自ら利用」することにより廃掃法上の廃棄物に該当しないことから、従来と同様に、小規模な土留め、柵工、筋工、暗渠工等への再生資材として利用することができる。

なお、木くずを盛土材として利用するに当たっては、空隙が生じ比重が軽くなることによる不安定化、暗渠効果による乾燥化、腐食に伴う不等沈下やメタンガスの発生の危険性など、有

機物特有の現象が懸念されることから、構造や使用量等について十分な検討を行う必要がある。

キ このほか、復旧・復興事業に伴う建設発生土についても、盛土材として利用することが望ましい。

また、再生資材等の利用にあたっては、運搬費などのコスト等も勘案することが必要である。

(6) 森林の構成

ア 津波に関連したこれまでの研究成果や今回実施した調査により、以下の知見が得られている。

① 根系が発達し、胸高直径が太く頑丈な幹を持つ樹木は被害を受けにくく、漂流物の捕捉効果を期待できる。

② 枝下高の高い樹木は樹冠部分への津波の影響が少ないため、津波の被害を受ける可能性が低い。一方、津波エネルギーの減衰効果は幹だけでなく枝・葉の効果も確認されており、枝下高が低い方が減衰効果を期待できる。

③ なお、小径木は津波被害を受けても、傾いてその場にとどまることが多いことから、被災した場合でも津波エネルギーの減衰効果を期待できる。

このため、これらの知見や地域の実情を踏まえ、森林の構成を検討することが望ましい。

イ その際、林分構造は、時間経過とともに変化するため、発揮される災害防止効果も変化することに留意し、施工順序も含めた森林の造成や維持管理を検討することが望ましい。

例えば、大径木化を目標として先に造成する区域や上木の成長に合わせて下層に広葉樹を植栽する区域などゾーニングを検討することが有効である。

ウ 植栽樹種については、海岸の最前線は飛砂、潮風、寒風等の害に十分耐えうるもの、陸側は防風効果を高めるために保全対象に対し十分な樹高をもつものから選定する必要がある。

また、過去にははげ山が全国各地に広がっていたが、先人たちの努力により森林は回復し、山地から海洋への土砂の供給量は減り、その結果、海岸部では飛砂による被害が少なくなってきた。加えて、自然条件や地域のニーズを踏まえた多様な森づくり、生物多様性の保全も求められていることから、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。

このようなことから、植栽樹種については、例えば、海岸の最前線は、針葉樹ではクロマツ、アカマツ等、広葉樹ではカシワ、トベラ等があげられ、陸側は、針葉樹ではクロマツ、アカマツ等、広葉樹ではカシワ、タブノキ、コナラ、エゾイタヤ等があげられる。

エ 海岸防災林での植栽本数は、10,000本/haが標準とされているが、飛砂、潮風の樹木への影響を低減できる場合など植栽地の環境等に応じて植栽本数を減らすことも検討できる。

なお、植栽方法が不適切な場合、根系が健全に生育しないこともあることから、根系の発達に留意して植栽することが必要である。

オ 災害防止機能を発揮させるため、適切な管理により健全な林帯を育成・維持管理していくことが重要であり、その際、区域毎に期待される機能を踏まえた維持管理を検討することが望ましい。

特に、松くい虫被害の防除対策は、確実に実施することが重要である。

(7) 緑化体制の整備

ア 今回の津波により被災した海岸防災林の着実な再生を図るため、苗木の供給体制を確立する必要がある。

全国のマツ類の苗木生産量については、現在、クロマツで0.9百万本、アカマツで0.7百万本であるが、最大生産可能量はクロマツで4百万本、アカマツで7.2百万本程度と試算されており、併せて苗木生産に2～3年要することからも、海岸防災林の再生の進捗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の確保や抵抗性マツ苗木の生産に取り組む必要がある。

さらに、松くい虫被害を防除する観点から、植栽地の地理的・地形的条件等を勘案した苗木の選択を行うことが望ましい。

イ また、岩手、宮城、福島の3県での広葉樹の苗木生産量は庭木等を含め約70万本と少なく、広葉樹の苗木供給を検討するに当たっては、苗木の需要量を把握した上で、植栽予定地に従来自生する樹種であるとともに、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ような体制を整えることが望ましい。

ウ さらに、植栽やその後の保育等については、治山事業によるもののほか、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等の観点から、地域住民や地域の緑化団体等の参画による植栽や保育等についても積極的に検討する必要がある。

また、NPOや企業等から海岸防災林再生への関心が示されていることも考慮し、このような民間団体等との継続的な連携も積極的に検討していく必要がある。

4 海岸防災林の再生に当たっての推進方向

以上のとおり、本検討会において様々な議論を行ってきたが、被災した海岸防災林の再生については、海岸防災林が飛砂・風害の防備等の災害防止機能を有し、地域の生活環境の保全に重要な役割を果たしてきているとともに、津波被害軽減効果を持つ点にも着目して、地域の防災機能の確保を図る観点から、以下により検討すべきである。

- (1) 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に応じ再生方法を決定していくこととし、海岸防災林の有する津波に対する減災機能も考慮した海岸防災林の再生を検討すべきである。
- (2) 海岸防災林の再生に当たっては、後背地の土地利用やまちづくりの観点など、地域の復興計画等の内容と整合をさせるよう検討すべきである。
- (3) 海岸防災林の林帯幅については、防災機能を期待する観点から、これまでの研究成果等に基づく技術的知見を念頭に置き、後背地の土地利用状況など地域の実情を十分踏まえ検討すべきである。
- (4) 地盤高が低く地下水位が高い箇所では、樹木の根の緊縛力を高め、根返りしにくい林帯を造成する観点から、盛土により植栽木の生育基盤を確保することを検討すべきである。
- (5) 多機能海岸防災林については、2(2)の諸条件を念頭に置きつつ、盛土材として再生資材等を利用する場合を含め、箇所ごとにその必要性やコスト等を十分考慮し、人工盛土の構造・配置等を検討すべきである。特に、人工盛土の配置については、連続したものだけでなく、単独あるいは千鳥格子状に孤塁を効果的に配置

することについても検討すべきである。

- (6) 再生資材等を盛土材として利用する場合は、沿岸漁業への影響等周辺環境への影響が生じないように検討すべきである。
- (7) 防災機能を期待する観点から、植栽本数や樹種、林分構造などの森林の構成やその後の維持管理について検討すべきである。
- (8) 苗木の供給体制とともに、地域住民等の参画による植栽や保育等についても検討すべきである。

第4 その他

本報告については、現時点の知見等に基づき取りまとめたものであり、引き続き、復旧・再生に資する技術的な検討を実施するとともに、事業実施にあたっては、個別箇所の状況に応じた検討等を実施していく必要がある。

なお、海岸防災林について、さらなる研究、検討が行われ、新たな知見が得られるよう期待される。