

津波災害に強いまちづくりにおける
公園緑地整備関連資料

平成 24 年 3 月 27 日

国土交通省都市局公園緑地・景観課

目 次

○園路の幅員の検討	1
○避難地・避難路の配置	2
○避難時の歩行速度	3
○公園緑地の避難場所としての活用実態	5
○東日本大震災における警報及び注意報の発令時間	7
○水中での避難行動	9
○海岸部の樹林帯の役割	11
○津波による樹木の折損や根返りの状況	12
○樹木の折損条件	13
○樹林帯の幅	15
○植栽基盤	17
○盛土勾配、砂丘の海側の勾配	19
○今次津波で残った盛土の事例	20
○法面の構造	21
○樹種	22
○林帯構造	35
○植栽密度と密度管理	36
○海岸林の植栽時の保護	39
○樹木の市場性	43

○園路の幅員の検討

園路の幅員の検討については、下記の文献を参考にした。

『防災公園計画・設計ガイドライン(平成 11 年 8 月、(財)都市緑化技術開発機構)P.114, 115』

$$\begin{aligned} & \text{入口(園路)の避難有効幅員(m)} \\ & = \text{対象避難人口の内該当人員}^{\ast 1} \text{(人)} \\ & \quad \div \{ \text{単位当たり計画流動係数}^{\ast 2} \text{(人/m分)} \times \text{計画避難時間}^{\ast 3} \text{(分)} \} \end{aligned}$$

※1 対象避難人口の内該当人員:算定対象の人口や園路へ流入することが予想される人員。

避難方向、公園への避難ルート等、および公園敷地条件等、圏域人口から算定。

※2 単位当たり計画流動係数:歩行路等のサービス水準の考え方における係数。60人/m・分を標準に、現状に応じて30~60人/m・分を標準とする。

(参考)

- ・大震火災等における避難誘導計画流出係数は、1人/m・秒と記述されている。
(拠点の安全性の検討に関する調査研究I・避難システムの検討報告書:東京都首都整備局、昭和46年3月)
- ・水準A(20人以下/m・分):歩行速度の自由な選択が可能。公共建築・広場に相当。
- ・水準B(20~30人以下/m・分):正常な歩行速度で歩け、同方向の追い抜きも可能。
- ・水準C(30~45人以下/m・分):歩行速度や追い抜きの自由度が制限。交差流、対向流では衝突しやすい。厳しいピークの生じる交通ターミナル・公共建築。
- ・水準D(45~60人以下/m・分):歩行速度は制限され、歩幅や方向の修正が必要。最も混雑する公共空間。

(歩行者の空間:J. J. フルーイン著、長島正充訳、鹿島出版会、1974)

※3 計画避難時間:避難(流入)に要する時間。実状に応じて、集中利用状況を考慮して30分~60分を標準とする。

○避難地・避難路の配置

避難地・避難路の配置については、下記の文献を参考にした。

『震災に強い都市づくり・地区まちづくりの手引き(平成 17 年 2 月)(株)ぎょうせい、P.58、59』

避難地及び避難路は、避難時の行動能力等を勘案し、以下のように配置することが望ましい。

計画指針

- 避難圏域内の各地点から、避難地までの歩行距離は概ね 2km 以内とする。
- 避難路は、避難圏域内の各地点から概ね 500m 以内にあるように配置し、ネットワークとして構成する。避難地に直結することが望ましい。
- 一次避難地は、誘致距離 500m 程度とし、避難地等のアクセスに配慮して配置する。
必要に応じて地区住民の災害時の活動拠点となる「防災空地」を配置する。

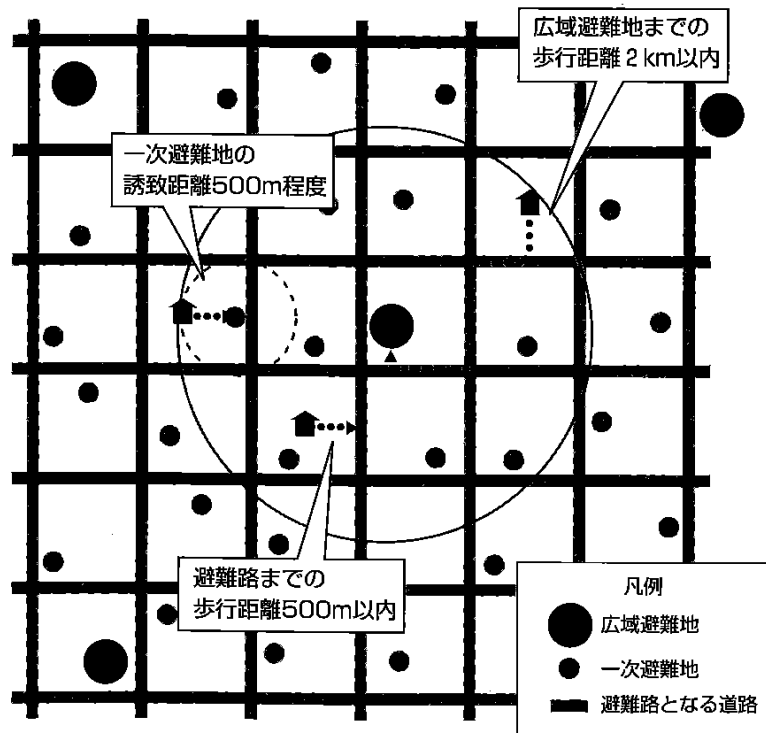


図 I-3-1 避難地と避難路の配置の考え方

解説

1 広域避難地の配置

- a) 広域避難地の到達距離は、高齢者の歩行限界距離などから 2 km 以内が望ましい。避難地はその圏域内の避難人口が安全に避難できる規模を有することが必要で、不足する場合は、規模の拡大や不燃化などにより避難収容能力の強化や避難圏域の見直しを行う。
- b) 一次避難地については、地域の防災活動拠点及び避難中継の機能を果たすため、地域の生活圏域（概ね 100 ha 以下）に 1 箇所程度を配置する。

2 避難路の配置

- a) 避難路は、原則として幹線道路、補助幹線道路などで構成する。都市計画道路網等との整合を考慮して、いずれの箇所からでも 500 m 程度で到達できるよう配置する。

○避難時の歩行速度

避難時の歩行速度については、下記の文献を参考にした。

『津波避難ビル等に係るガイドライン(平成 17 年 6 月、津波避難ビル等に係るガイドライン検討会
内閣府政策統括官(防災担当)P.11 』

③ 避難可能距離の算出

「津波到達予想時間 T」と「歩行速度 P1」との関係から、「避難可能距離 L1」を算出する。「避難可能距離 L1」とは、避難対象地域において、津波の第一波が到達するまでに避難目標地点に向かって移動できる距離を示す。なお、ここでの移動は徒歩を前提にしており、自動車等での移動は算定上考慮しない。

➤ 避難可能距離 L1 の算定式…式 1

$$\text{避難可能距離 } L1 = \text{歩行速度 } P1 \times (\text{津波到達予想時間 } T - t1 - t2)$$

(m) (m/秒) (秒)

【歩行速度 P1】；1.0m/秒(表 2-2 より)を想定。ただし、歩行困難者、身体障害者、乳幼児、重病人等についてはさらに歩行速度が低下する(0.5m/秒)ことを考慮する必要がある。

【津波到達予想時間 T】；津波シミュレーションより算出。

【t1】；「地震発生後、避難開始までにかかる時間 t1」については、1993 年北海道南西沖地震でのアンケート調査結果(表 2-1 参照)等を参考に、各地域住民の地震や津波に対する意識等、地域特性の違いや地理特性の違いを十分勘案して設定する。

【t2】；「高台や高層階等まで上がるのにかかる時間 t2」については、「最大浸水深 H(m)」／「階段・上り坂昇降速度 P2(m/秒)」で求める。「最大浸水深 H(m)」は津波シミュレーション結果等から設定し、「階段・上り坂昇降速度 P2(m/秒)」は 0.21m/秒を想定する(表 2-2 より)。

表 2-2 歩行速度設定の目安

歩行速度		出典
通常 歩行 P1	老人単独歩行：1.3m/ 秒（平均）	日本建築学会大会学術講演梗概集 別冊 建 築計画・農村計画（1980年） 「障害者を考慮した住宅団地の研究（その1） 歩行行動から見た障壁の分析」足立啓（関西大 学助手）、小松和郎（金沢工業大学教授）、荒 木兵一郎（関西大学教授 工博）
	群衆歩行速度：0.88～ 1.29m/秒（晴眼者）	日本建築学会大会学術講演梗概集 別冊 建 築計画・農村計画（1980年） 「視覚障害者の安全歩行空間計画に関する研 究（その4）駅構内における歩行追跡調査」 芳村隆史（関西大学大学院生）、早瀬秀雄（関 西大学大学院生）、荒木兵一郎（関西大学教授 工博）
	障害者の歩行速度： 0.91m/秒（平均）（車 いす利用者の場合）	日本建築学会大会学術講演梗概集 別冊 建 築計画・農村計画（1980年） 「障害者を考慮した住宅団地の研究（その1） 歩行行動から見た障壁の分析」足立啓（関西大 学助手）、小松和郎（金沢工業大学教授）、荒 木兵一郎（関西大学教授 工博）
昇降 P2	階段昇降速度（老人）： 0.21m/秒	日本建築学会大会学術講演梗概集 別冊 建 築計画・農村計画（1980年） 「障害者を考慮した住宅団地の研究（その1） 歩行行動から見た障壁の分析」足立啓（関西大 学助手）、小松和郎（金沢工業大学教授）、荒 木兵一郎（関西大学教授 工博）

※ ここでの数値は、ある一定の条件下における実験から割り出された数値であるため、参考
数値として示している。

※ 夜間における歩行速度、保育園・幼稚園児の歩行速度等については、さらに歩行速度が遅
くなることが予想されるため、実際の訓練を行った結果の歩行速度等も参考にすることが
望ましい。

○公園緑地の避難場所としての活用実態

公園緑地の避難場所としての活用実態については、下記の文献を参考にした。

『阪神・淡路大震災における避難所の研究(1995年)大阪大学出版会 P.39、40(1/2)』

表 2.1 には避難所の種類別にみた発生数と避難人数を示す。データの出処が異なるので大まかにしかいえないが、〈学校型〉は数としては少ないものの、避難者のかなりの割合を収容していることがうかがわれる。

表 2.1 種類別にみた避難所数と避難者数(神戸市灘区)

形態	避難所数*1(割合)	避難者数*2(割合)
広場型	44 (38%)	2,000 (7%)
学校型	27 (24%)	24,000 (80%)
施設型	43 (38%)	4,000 (13%)

*1 1995年2月中旬の現地調査による。

*2 神戸市消防局による1995年1月25日現在の概数。

このように学校へ避難者が殺到したわけであるが、神戸市の記録*5によると、地震発生当日、教職員が午前8時までに学校に着いていたのは、神戸市全体の市立学校園345園のうち293園であった。そして、教職員が学校に着いたときの避難住民の状況は、わかった範囲では表 2.2 に示したとおりである。そのうち教職員が学校に到着するときに避難住民が校舎内にいた53校園で、住民がどのようにして校舎内へ入ったのかは、次のとおりである。

- | | |
|----------------------------------|------|
| (i) 学校施設開放管理者(市民)が鍵を開けた | 25校園 |
| (ii) 災害に備えて近くの住民に鍵を預けており、その人が開けた | 3校 |
| (iii) ドア・ガラスを壊して入った | 18校園 |
| (iv) その他 | 7校 |

表 2.2 教職員が学校に着いた時の住民の状況*5

避難住民が居た場所	校園数/校園	比率/%
校舎内	53	22.6
運動場	68	29.1
周辺道路・公園等	44	18.8
その他	69	29.5

4. 施設種類別にみた避難所数と避難者数の推移

表 2.3 に、神戸市における避難所数の経時変化を施設別に示す。1995年2月23日の時点でも、小・中学校から小規模な公園、民間のスポーツ施設や銭湯までが避難所として機能していたことがわかる。なかでも公共施設が多くを占めており、最も多いのは公立小学校の99か所であった。その経時変化をみると、文化施設を除いて、各施設の数と避難者の減少とともに減少していることがわかる。ただし、7月20日になってもゼロにはなっていないことが重要なポイントといえよう。すなわち、避難者が大幅に減ったからといって避難所を統合することの難しさが示されている。

図 2.8 は、1995年2月23日以降、神戸市において避難所として使われた施設の種類別にみた避難者の変化を示したものである。2月23日時点で避難者の56%が指定避難所である公立小・中学校に避難している一方、集会施設と福祉施設にそれぞれ5%、公園にも3%の避難者がいる。その経時変化をみると、公園での避難者の割合が急速に増加しているのが特徴的である。

(横田隆司)

第I部 避難所の実態

表 2.3 避難所数の経時的変化

施設種類	避難所となった施設数					
	2/23	3/23	4/20	5/25	6/22	7/20
保育所(公立)	17	17	16	15	13	9
幼稚園(公立)	5	5	5	4	3	2
小学校(公立)	99	97	89	84	78	74
中学校(公立)	41	38	33	32	31	30
高等学校(公立)	15	15	15	15	13	13
盲・聾・養護学校(公立)	5	5	5	4	4	3
保育所(私立)	4	2	2	2	1	1
教育施設(私立)	26	21	12	5	4	4
集会施設(公立)	45	44	41	37	31	28
福祉施設(公立)	65	62	59	56	51	46
文化施設(公立)	11	11	11	11	11	11
余暇・スポーツ施設(公立)	7	7	7	5	5	5
行政施設	17	18	17	12	8	7
宗教施設	21	12	10	5	5	4
集合住宅(集会所)	32	17	13	8	6	6
公園	27	25	24	22	24	23
空地	22	15	13	14	9	9
その他(公立)*1	7	7	6	5	3	3
その他(私立)*2	22	16	16	9	7	3
不明	2	1	0	0	0	0

* 1 大学、宿泊施設、病院、郵便局

* 2 病院、寮、宿泊施設、スポーツ施設、事務所、個人住宅、商業施設(銭湯・パチンコ・喫茶)

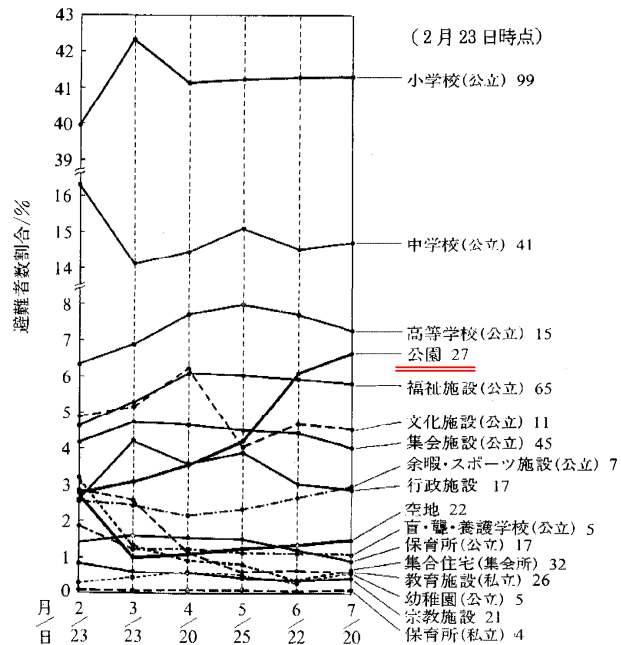


図 2.8 各施設避難者数の神戸市全避難者数に占める割合

○東日本大震災における警報及び注意報の発令時間

東日本大震災における警報及び注意報の発令時間については、下記の資料を参考にした。

『平成23年3月11日14時46分頃の三陸沖の地震について(平成23年3月11日)、気象庁』

報道発表資料
平成23年3月11日16時00分
気象庁

平成23年3月11日14時46分頃の三陸沖の地震について

地震の概要と津波警報等の発表状況

発生日時：3月11日14時46分頃

マグニチュード：8.4（暫定値）

場所および深さ：三陸沖(牡鹿半島の東南東、約130km付近)、深さ約10km(速報値)

発震機構等：西北西－東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型(CMT解)

震度：【最大震度7】宮城県栗原市(クリハラシ)で震度7、宮城県の涌谷町(ワクヤチョウ)、登米市(トメシ)、大崎市(オオサキシ)、名取市(ナトリシ)など、宮城県、福島県、茨城県、栃木県の4県28市町村で震度6強を観測したほか、東北地方を中心に、北海道から九州地方にかけて震度6弱～1を観測しました。

津波警報(大津波)：北海道太平洋沿岸東部、北海道太平洋沿岸中部、北海道太平洋沿岸西部、青森県太平洋沿岸、岩手県、宮城県、福島県、茨城県、千葉県九十九里・外房、伊豆諸島(11日15時33分現在)

津波警報(津波)：北海道日本海沿岸南部、青森県日本海沿岸、陸奥湾、千葉県内房、東京湾内湾、小笠原諸島、相模湾・三浦半島、静岡県、愛知県外海、伊勢・三河湾、三重県南部、淡路島南部、和歌山県、徳島県、愛媛県宇和海沿岸、高知県、大分県豊後水道沿岸、宮崎県、鹿児島県東部、種子島・屋久島地方、奄美諸島・トカラ列島、沖縄本島地方、大東島地方、宮古島・八重山地方(11日15時33分現在)

津波注意報：オホーツク海沿岸、大阪府、兵庫県瀬戸内海沿岸、岡山県、香川県、愛媛県瀬戸内海沿岸、有明・八代海、長崎県西方、熊本県天草灘沿岸、大分県瀬戸内海沿岸、鹿児島県西部(11日15時33分現在)

『「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」について(第14報)、(平成23年3月13日)、気象庁』

報道発表資料
平成23年3月13日09時00分
気象庁

「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」について(第14報)

地震の概要と津波警報等の発表状況

発生日時：3月11日14時46分

マグニチュード：8.8（暫定値）

場所および深さ：三陸沖(牡鹿半島の東南東、約130km付近)、深さ約24km(暫定値)

発震機構等：西北西－東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型(CMT解)

震度：【最大震度7】宮城県栗原市(クリハラシ)で震度7、宮城県の涌谷町(ワクヤチョウ)、登米市(トメシ)、大崎市(オオサキシ)、名取市(ナトリシ)など、宮城県、福島県、茨城県、栃木県の4県28市町村で震度6強を観測したほか、東北地方を中心に、北海道から九州地方にかけて震度6弱～1を観測しました。

津波注意報：北海道太平洋沿岸東部、北海道太平洋沿岸中部、北海道太平洋沿岸西部、青森県太平洋沿岸、岩手県、宮城県、福島県、茨城県、千葉県九十九里・外房、伊豆諸島、小笠原諸島、三重県南部、和歌山県、高知県、宮崎県(13日07時30分現在)

『「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」について(第16報)、(平成23年3月13日)、気象庁』

報道発表資料
平成23年3月13日18時30分
気象庁

「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」について(第16報)

地震の概要と津波警報等の発表状況

発生日時：3月11日14時46分

マグニチュード：9.0(暫定値)

場所および深さ：三陸沖(牡鹿半島の東南東、約130km付近)、深さ約24km(暫定値)

発震機構等：西北西-東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型(CMT解)

震度：【最大震度7】宮城県栗原市(クリハラシ)で震度7、宮城県の涌谷町(ワクヤチョウ)、登米市(トメシ)、大崎市(オオサキシ)、名取市(ナトリシ)など、宮城県、福島県、茨城県、栃木県の4県28市町村で震度6強を観測したほか、東北地方を中心に、北海道から九州地方にかけて震度6弱～1を観測しました。

津波注意報：発表していた津波注意報は17時58分にすべて解除しました。

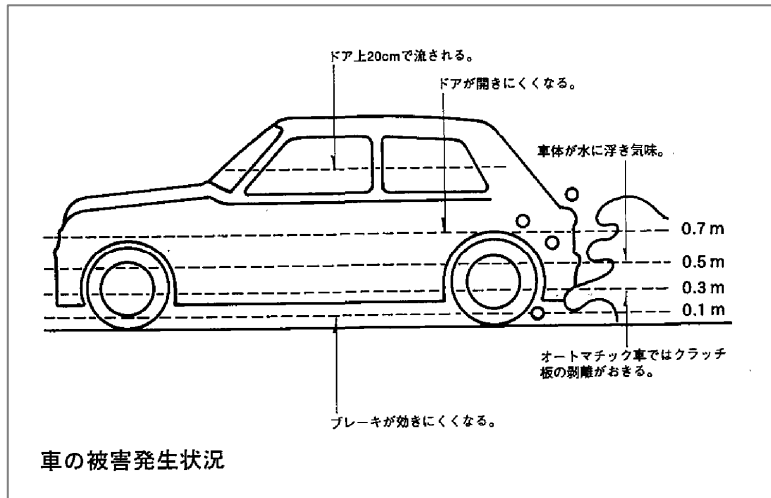
○水中での避難行動

水中での避難行動については、下記の文献が参考になる。

『利根川の洪水(1995年4月、利根川研究会)P. 107~117(1/2).』

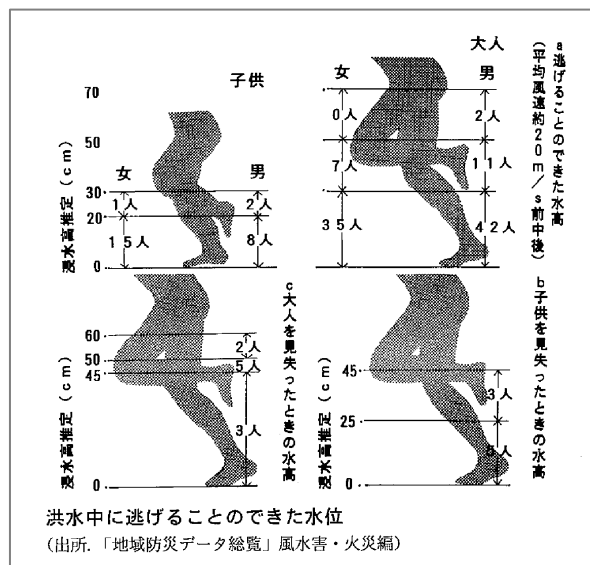
・車の被害状況

- ①冠水水位10cm(タイヤ半分) ブレーキが利きにくくなる。
- ②冠水水位30cm(ドアステップ) マフラーからの水が逆流してエンジンへ水が浸入する。特に、オートマチック車ではトランスミッション部に水が浸入し、クラッチ板の剥離現象が生じる。
- ③冠水水位50cm(ドアステップ上20cm) 車体が水に浮き気味になる。大人でも水の中の避難は50cmを超えると困難になるといわれています。
- ④冠水水位70cm(ドア半分) ドアが水圧によって開けにくくなる。水位がドアの上20cmにもなると車体が浮き上がり、流され始める。



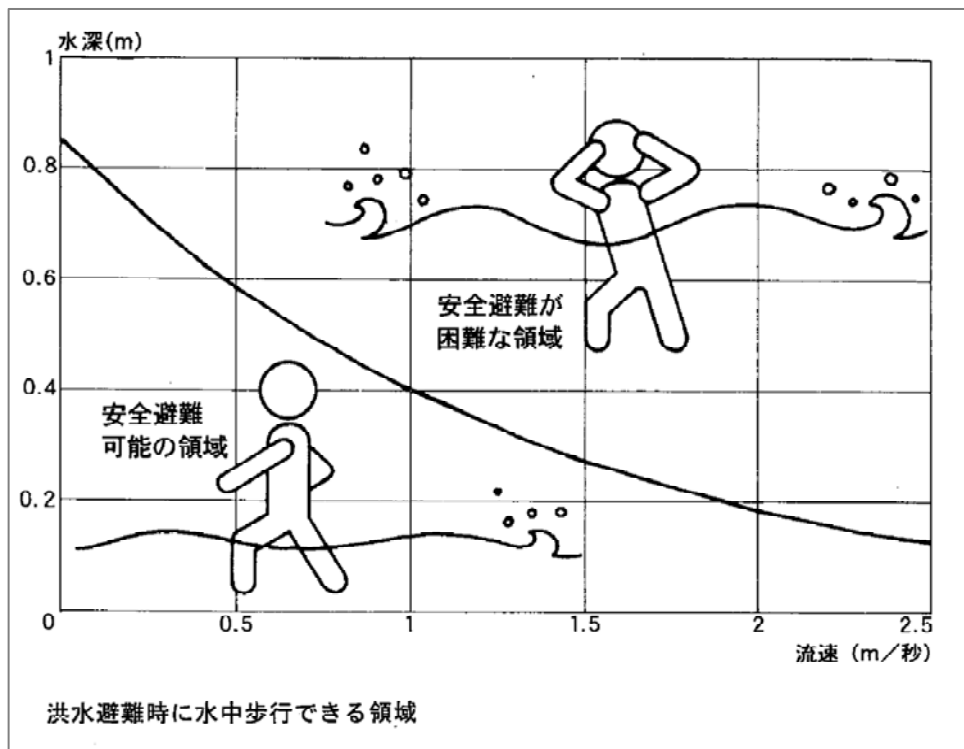
・浸水深と避難行動

洪水で浸水した時の浸水深と避難行動には一定の関係があるようです。
伊勢湾台風の際に避難した人に聞いたところから判断すると、大人の男性で70cm以下、女性では50cm以下の場合が、避難が可能な浸水深のようです。
また小学校5,6年生では水深が20cm以上になると、避難が困難になるというデータも出ています。



- ・流速の大きさと歩行の安定性について
成年男子の場合

水深が膝程度(40~50cm程度)のときには、流速がある程度あったとしてもゆっくりですが安定して歩けます。水深が股下程度(80cm程度)のときには、大きく影響を受け歩きづらくなります。水深が腰高程度の1mに達すると、毎秒1m程度の流速では歩くのが非常に困難になり、恐怖感を覚え歩こうとしなくなります。このように今回の実験からではこの水理量が歩く限界と判断されました。



○海岸部の樹林帯の役割

海岸部の樹林帯の役割については、下記の文献を参考にした。

『治山技術基準解説 防災林造成編(平成 16 年 12 月、(社)日本治山治水協会)P.11』

海岸防災林造成は、海岸砂地等に森林を造成して、飛砂、潮風、波浪、高潮等による被害を防止または軽減することを目的とする。

[解説]

1. 我が国は、四方を海に囲まれて海岸線が長いことに加えて、夏は台風が頻繁に来襲し、冬は日本海側では北西の季節風が強く、飛砂、潮風、波浪、高潮等の被害を受けやすい。また、日本列島及びその周辺は世界的にも地震の多発地帯であり、津波災害もしばしば発生する。
2. 海岸防災林造成は、海岸に防潮工を設けて波浪等による海岸線の浸食を防止し、海岸砂地等を緑化し、森林帯を造成して飛砂の害、風害、潮害、霧害等を防止または軽減するために実施するものである。
3. 海岸付近は、良好な自然環境を持ち、レクリエーションの場としても価値が高いことから、自然環境の保全、レクリエーション活動にも配慮する必要がある。

○津波による樹木の折損や根返りの状況

津波による樹木の折損や根返りの状況については、下記の文献を参考にした。

『日本造園学会東日本大震災復興支援調査報告(初回)(陸前高田チーム)(2011年5月)P.2,3』

高田松原の被災木の根系は、2つの形態が観察された。根系ごと流失した個体の根系は、深さ(厚み)が1m程度であり、幹折れした個体は2m程度の深さであった。根系の厚みについては今後、元の地盤高を把握して精査する必要があるが、今回の地盤沈下により海中に沈下した場所(元々地下水位が高い?)で折れた幹を支えて自立している個体があることは、根系と水位、あるいは塩分との関係から興味深い現象である。



写真—2 杭根(ぐいね)により自立している被災木



写真—3 杭根(ぐいね)の見られない浅根の被災木

○樹木の折損条件

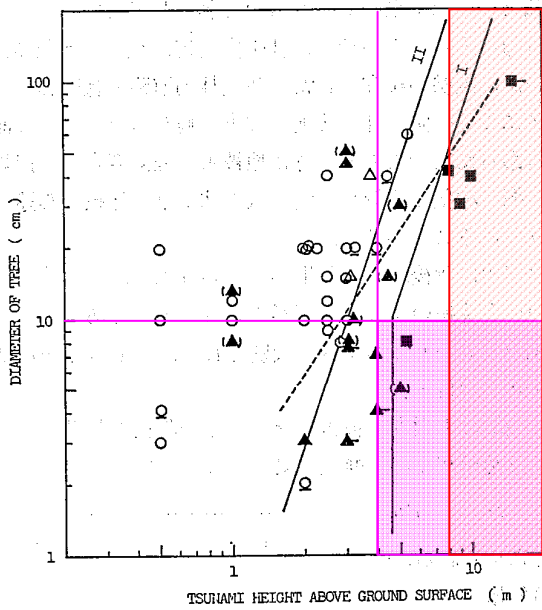
公園緑地の計画地盤高については、下記の論文を参考にした。

『首藤(1985), 防潮林の津波に対する効果と限界, 海岸工学論文集, P.465-469』

『首藤(1992), 津波強度と被害, 津波工学研究報告, 第9号, P.101-136』

『首藤(1985), 防潮林の津波に対する効果と限界, 海岸工学論文集, P.465-469』

- 1) 樹木の直径が10cm以下では津波浸水深4.65m以上となると折損する。
- 2) 直径10cm以下では浸水深4m以上では倒伏・折損する(下図のピンク色領域)
- 3) 直径30~40cmあっても浸水深が8m以上になると折損する(赤斜線領域)



<グラフは下記津波の記録を整理したもの>
 収集した事例は、明治29年三陸大津波、昭和8年三陸大津波、昭和21年南海地震津波、昭和35年チリ津波、昭和58年日本海中部地震津波からえられたもので、43地点に対するものである。

図-6 主樹木の被害。○:無被害, ▲:倒木, ■:切損。下線は下生えが密生していること, 括弧は林縁部疎開部などに発生したこと, 横棒は津波がもっと大きかったこと, をしめす。⊙は重複波的な津波であった場合である。

下表は、津波強度と被害程度の関係について示している。

この表の防潮林被害・防潮林効果の欄をみると、津波高が4mを越えると樹林に部分的な被害が発生し、津波高が8mを越えると樹林は全面的に被害が発生して防災効果が無くなることが示されている。

表 津波高と被害程度

津波強度	0	1	2	3	4	5
津波高 (m)	1	2	4	8	16	32
津波形態	緩斜面	岸で盛上がる	沖でも水の壁 第二波砕波	先端に砕波を伴うものが増える。		第一波でも巻き波砕波を起こす。
	急斜面	速い潮汐	速い潮汐			
音響			全面砕波による連続音 (海鳴り、暴風雨)			
			浜での巻き波砕波による大音響 (雷鳴。遠方では認識されない)			
			崖に衝突する大音響 (遠雷、発破。かなり遠くまで聞こえる)			
木造家屋	部分的破壊		全面破壊			
石造家屋	持ちこたえる		(資料無し)		全面破壊	
鉄・コン・ビル	持ちこたえる		(資料無し)		全面破壊	
漁船	被害発生		被害率50%		被害率100%	
防潮林被害 防潮林効果	被害軽微 津波軽減 潮流物阻止		部分的被害 潮流物阻止		全面的被害 無効果	
養殖筏	被害発生					
沿岸集落	被害発生		被害率50%		被害率100%	
打上高(m)	1	2	4	8	16	32

○樹林帯の幅

樹林帯の幅については、下記の論文を参考にした。

『原田ら(2004), 津波災害低減のための防潮林(自然力)の活用について,

京都大学防災研究所年報 No.47, P.273-280』

『首藤(1985), 防潮林の津波に対する効果と限界, 海岸工学論文集, P.465-469』

『原田ら(2004), 津波災害低減のための防潮林(自然力)の活用について, 京都大学防災研究所年報 No.47, P.273-280』

樹林地が抵抗として働き、津波の浸水深を低下させる。浸水深が低下すると避難しやすいこと、避難路として使えるルートが増えることなどから、避難機会が増大する。また、浸水深が低下すると流されにくい、足下が見やすい、避難路の寸断や危険物の存在を確認しやすいなどから、危険要因が低減される。水位が低ければ構造物等の浸水被害も小さい。

河田・原田(2004)は 200mの防潮林幅ならば、浸水被害に関する浸水深を5~6割、流体力による被害に関する流速は4~6割に低減させることができるとしている。

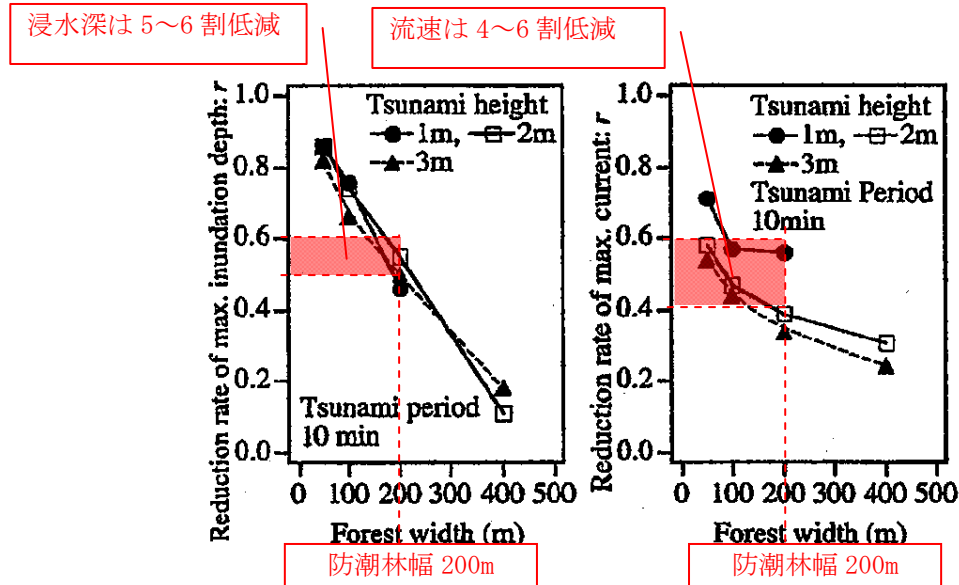


Fig. 1 防潮林幅と津波の減衰効果の関係

※下記条件による水理模型実験による検討結果

波高: 1, 2, 3m, 周期 10分, 海底勾配 1/200, 陸上地形勾配 1/500,

汀線から樹林の距離 100m, 林帯幅 50-400m, 樹高 10m, 枝下高 2m, 樹林密度 30本/100m²

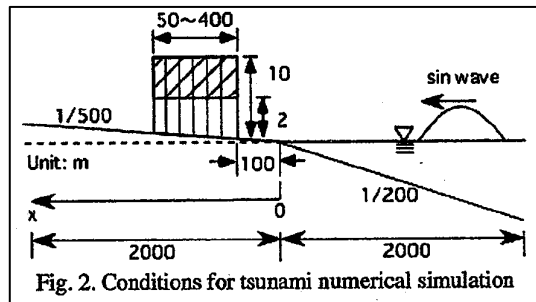


Fig. 2. Conditions for tsunami numerical simulation

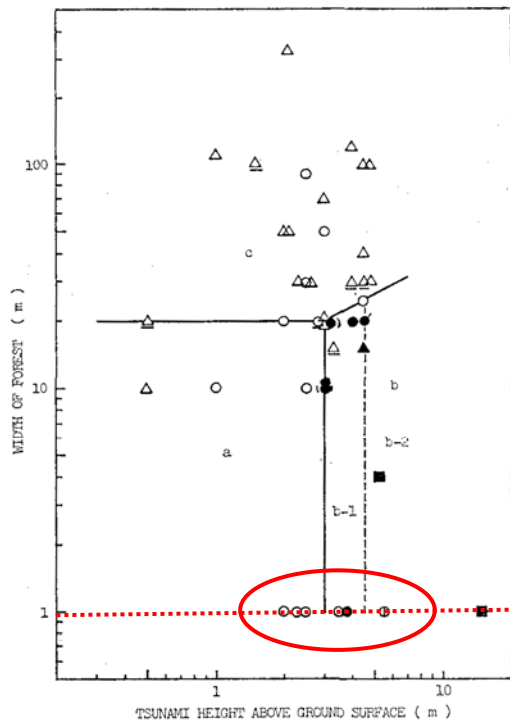


図-7 防潮林幅の効果. ○: 主樹木に被害なく漂流物阻止, ■: 切損のため無効果, ●: 倒伏するものの漂流物阻止も可能, △: 流勢緩和, ▲: 流勢緩和不可能. 斜棒は強力な漂流物力が集中したことをしめす. 他の記号は図-6と同じである.

図-7は防潮林幅の影響をみたものである。屋敷林や列状林で幅について言及されていないものは1mであるものとして整理した。

縦軸は林帯幅、横軸は地表面からの津波の高さ

- : 主樹木に被害なく漂流物阻止
- : 折損のため無効果
- : 倒伏するものの漂流物阻止も可能
- △: 流勢緩和
- ▲: 流勢緩和不可

→林帯幅が1mであっても、幹部が折損しなければ漂流物の捕捉効果が得られている。

<グラフは下記津波の記録を整理したもの>

収集した事例は、明治29年三陸大津波、昭和8年三陸大津波、昭和21年南海地震津波、昭和35年チリ津波、昭和58年日本海中部地震津波からえられたもので、43地点に対するものである。

○植栽基盤

植栽基盤の厚さについては、下記の文献を参考にした。

『植栽基盤整備技術マニュアル(案)(2009年4月、(財)日本緑化センター)P. 14,15』

『今後における海岸防災林の再生について(中間報告)(2011年7月、東日本大震災に係る海岸防災林の再生に関わる検討会:林野庁)P.6』

『日本の海岸林(1992年9月、村井宏 石川政幸 遠藤治郎 只木良也編集、(株)ソフトサイエンス社発行)P. 405,406』

『植栽基盤整備技術マニュアル(案)(2009年4月、(財)日本緑化センター)P. 14,15』

(2) 植栽基盤の厚さ

有効土層の厚さは、以下のような条件によって規定される。

- ①植物の根の集合体である根鉢が収まり、更に根が下方へ伸びることができること。
- ②強風の時にも倒れないだけの根張りを確保できること。
- ③旱魃の時にも灌水なしで枯れないだけの水分を保てること。

実際には、植物の種類や諸条件によって異なってくるため、原則的に高木・低木、地被・草花等の区分により、平均的な厚さを標準として、表1-6の数値を確保していくことが適切と考えられる。

1) 高木(生長して樹高3m以上になる樹木)

高木といわれているものには、15~20mにもなる大木も含まれ、ひとまとめにすることは困難である。そこで実際に用いられている高木の大きさから3段階に分けて、望ましい有効土層厚を表に示した。苗木を植栽する場合でも、目標とする樹高に応じた有効土層厚を確保することが望まれる。

2) 低木(生長しても樹高3m未満の樹木)

低木では、有効土層の厚さが40~60cm、そのうち上層の良質土層は30~40cm確保することが望まれる。低木は、種類によって樹高50cm程度のものから3mになるものもあり、植栽時ではなく、生長後の樹高を勘案し、有効土層厚を確保することが必要である。

3) 芝生・草花

芝生や草花は、植物の乾燥等に対する環境適応力や植栽地の条件等により判断しなければならないが、旱魃に耐えられるよう有効土層厚30~40cm以上を基本とし、そのうち上層20~30cm、下層10cm以上を確保することが望まれる。

表1-6 規格別有効土層の厚さ(参考値)

樹高*	高 木			低 木	芝生・草花
	12m以上	7~12m	3~7m	3m以下	
上 層	60cm	60cm	40cm	30~40cm	20~30cm
下 層	40~90cm	20~40cm	20~40cm	20~30cm	10 cm以上

* 樹高は、生育目標の大きさ

『今後における海岸防災林の再生について(中間報告)(2011年7月、東日本大震災に係る
海岸防災林の再生に関わる検討会:林野庁)P.6』

被災状況を詳細に見ると、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ごと倒伏し流木化したと推定されるものや、地震による地盤沈下と液状化により、樹木の根の緊縛力が低下し、津波により根ごと倒伏し流木化したと推定されるものが多数存在している。

『日本の海岸林(1992年9月、村井宏 石川政幸 遠藤治郎 只木良也編集、
(株)ソフトサイエンス社発行)P. 405,406』

2-4 クロマツ林の複層林化

海岸林の造成にあたっては、従来から、主林木となるクロマツの他にトベラ、マサキ、シャリンバイ等の常緑広葉樹、あるいはイタチハギ、エニシダ、アキグミ等の肥料木が混植される方法がとられてきた。しかし、こうした混植樹種の多くは、成長するに従ってクロマツとの競合に負けて枯死し、林冠がうっ閉するとほとんどがクロマツの純林となっていく。

クロマツ林は、上述のとおり、過密化にともなって枝下率や形状比が上昇しており、防災機能および樹勢の低下が懸念されている。林帯幅の狭い海岸林では、林床を風が吹き抜ける等によって、特にその傾向が著しい。

そうした林帯幅の狭い海岸林では、防災機能の強化、生育環境の改善のために、クロマツ林内へ広葉樹を導入して複層林化することが望ましい。

ここでは暖温帯林(常緑広葉樹林)域の海岸クロマツ林への広葉樹導入法を述べる。

クロマツ林内は裸砂地に比べると地温が低く、土壌水分が多く、飛砂・潮風害などが緩和されている点で、広葉樹の植栽は比較的容易である。しかし、林帯幅が狭いと林内であっても潮風の影響を受けやすいので、林帯最前線部50m幅くらいまでは、トベラ、マサキ、シャリンバイ、ハマヒサカキなどの潮風害に耐性の高い樹種を植栽したほうが無難である。これらの樹種はあまり土壌の理化学性を問わずに成長できる。しかし、林内の照度が低すぎると成長は悪くなる。これらの樹種の最適照度については、以後に述べる多くの樹種同様よくわかっておらず、今後の課題である。

前線部約50m幅より後方(内陸より)の林帯では、林内の潮風害はかなり緩和されているので、ネムノキ、エノキ、アカメガシワ等の落葉樹やネズミモチ、ウバメガシなどの常緑樹も十分に生育可能である。いずれも土壌をあまり選ばないので比較的良好な成長が期待でき、間伐を行った林分への植栽にも向いている。ただし、ここでも光環境が問題で、エノキ、アカメガシワ、ネズミモチは相対照度がおおむね20%以上あればある程度の成長を示すが、ネムノキ、ウバメガシは十分な照度を必要とするので、林内の小裸地に向いている(小田 1987¹⁴⁾。

暖温帯林域の中の、海岸地域の極相林の構成種である、タブノキ、ヤブニッケイ、シロダモ、ヒメユズリハ、スタジイ、モチノキ等の高木性の常緑樹は、土壌の栄養分、特に窒素含有量が少ないと成長が極めて悪い。海浜砂丘の無立木地の窒素含有率は0.004~0.04%程度とされているが、樹高8~12m、林齢40年ほどのクロマツ林内でも0.03~0.04%程度にすぎず、林齢100年を越えても、なお0.2%前後にとどまっている。一般に、森林土壌のA層の窒素含有率は0.3~1.0%程度とされており、海岸クロマツ林の土壌がいかに窒素分に不足しているか理解されよう。

以上のようなことから、高木性の常緑樹を林齢の低いクロマツ林内に植栽し、良好な成長を期待する場合は、植穴への客土、継続的な施肥が必要と考えられる。

海岸クロマツ林の複層林化については、まだ未知な部分が多い。この中に挙げた樹種のほかにも、各地の海岸クロマツ林へ自然侵入している樹種を用いて、試植されることをお勧めしたい。

○盛土勾配、砂丘の海側の勾配

盛土勾配等については、下記の文献を参考にした。

『道路土工—盛土工指針(平成 22 年度)(平成 22 年 4 月、(社)日本道路協会)P.106』

『道路緑化技術基準・同解説(昭和 63 年 12 月、(社)日本道路協会)P.148』

『治山技術基準解説 防災林造成編 (平成 16 年 12 月、(社)治山治水協会)P.146』

『道路土工—盛土工指針(平成 22 年度)(平成 22 年 4 月、(社)日本道路協会)P.106』

解表 4-3-2 盛土材料及び盛土高に対する標準のり面勾配の目安

盛土材料	盛土高 (m)	勾配	摘要
粒度の良い砂(S)、礫及び細粒分混じり礫(G)	5 m以下	1:1.5~1:1.8	基礎地盤の支持力が十分にあり、浸水の影響がなく、5章に示す締固め管理基準値を満足する盛土に適用する。
	5~15m	1:1.8~1:2.0	
粒度の悪い砂(SG)岩塊(ずりを含む)	10m以下	1:1.8~1:2.0	()の統一分類は代表的なものを参考に示したものである。標準のり面勾配の範囲外の場合は安定計算を行う。
	10~20m	1:1.5~1:1.8	
砂質土(SF)、硬い粘質土、硬い粘土(洪積層の硬い粘質土、粘土、関東ローム等)	5 m以下	1:1.5~1:1.8	
	5~10m	1:1.8~1:2.0	
火山灰質粘性土(V)	5 m以下	1:1.8~1:2.0	

注) 盛土高は、のり肩とのり尻の高低差をいう(解図 4-3-2 参照)。

・表 4-3-2 は盛土材料および盛土高に対する標準のり面勾配を示す。

・勾配は盛土材料と盛土高さにより、1:1.5~1:2.0の範囲が安定した勾配であると示している。

『道路緑化技術基準・同解説(昭和 63 年 12 月、(社)日本道路協会)P.148』

道路のり面等の傾斜地に高木を植栽する場合は、道路のり面等の安定、並びに樹木の良好な活着及び生育を図る必要から、勾配が 30 度 (1:1.7) 程度以下であることが望ましい。

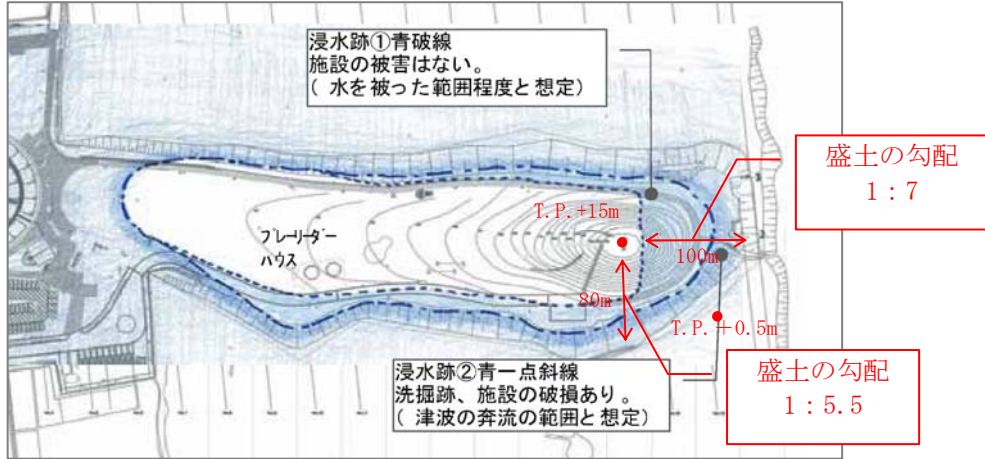
『治山技術基準解説 防災林造成編 (平成 16 年 12 月、(社)治山治水協会)P.146』

安定した天然砂丘は、一般に風上側の勾配は緩やかであり、風下側の勾配は急である。風上側の勾配は、砂の状態(比重、粒径等)と風速等によって異なるが、一般に5~10° 程度である。また、風下側の勾配は、風上側の勾配と密接な関係にあるが、一般に砂の安息角に近いものとなる。

○今次津波で残った盛土の事例

今次津波で残った盛土の事例について、整理した。

・仙台市冒険広場希望の丘



(出典：(社) 日本公園緑地協会 「東日本大震災における公園緑地等第1次現地概査」報告
(速報)(平成23年5月)P.5より作成)

・岩沼海浜緑地 盛土の勾配



(出典：国土地理院空中写真より作成)

※平面の延長は GoogleEarth、標高は津波シミュレーションの地形データより計測。

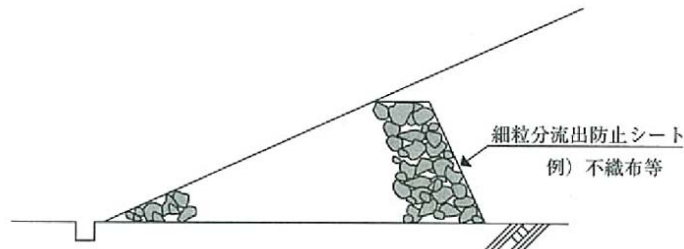
○法面の構造

法面の構造については、下記の文献を参考にした。

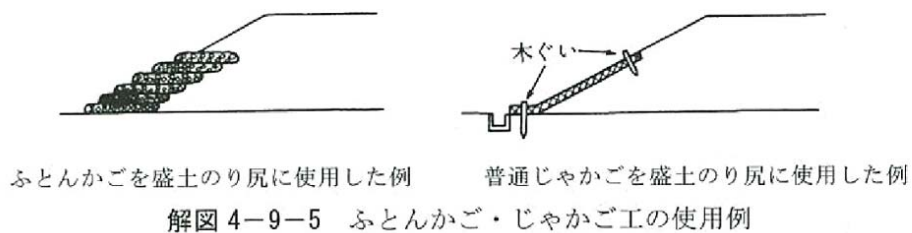
『道路土工—盛土工指針(平成 22 年度)(平成 22 年 4 月、(社)日本道路協会)P.158, 159』

傾斜地盤上の高盛土や、湧水の多いのり面では地下排水溝等と併用し、のり尻部に解図 4-9-4 のようにのり尻工を設置する。これは排水と同時到的り尻崩壊の防止にも役立つ。のり尻工としては、ふとんかご・じゃかご工等も用いられる。また、比較的面積の狭いのり面では、ふとんかご・じゃかご工等ののり尻工を設置することで、地下排水溝を兼ねることもある。

じゃかご工には円形、扁平及びふとん等、種々の形状がある。径、長さ、目の開き等にもある程度自在であり、使用する場所、採取される玉石の大きさ等を考慮して決定すればよい。



解図 4-9-4 のり尻工の例



解図 4-9-5 ふとんかご・じゃかご工の使用例

○樹種

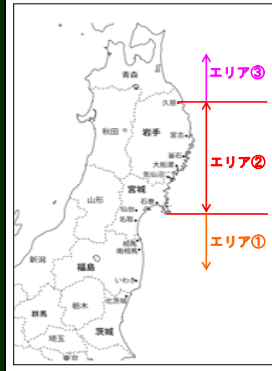
樹種については、下記の文献を参考にし、総括表を作成した。

- 『港湾緑地の植栽設計・施工マニュアル(平成 11 年 4 月、(財)港湾空間高度センター港湾
・海域環境研究所(現:(財)みなと総合研究財団))P.126』
- 『都市樹木大図鑑(昭和 57 年 8 月、北村文雄 輿水肇 中村恒雄 藤田昇著、(株)講談社発行)』
- 『改訂版緑化樹木ガイドブック
(平成 23 年 10 月、国土交通省都市局公園緑地・景観課監修、(財)建設物価調査会発行)』
- 『有用樹木図説(林木編)(昭和 44 年 9 月、林弥栄著、(株)誠文堂新光社発行)』
- 『東京農業大学造園科学科造園樹木学研究室による現地調査』
- 『三陸地方防潮林造成調査報告書(昭和 9 年、農林省山林局)P.98-100』
- 『津波災害豫防林(防潮林)造成に関する技術的考察
(昭和 10 年、武藤博忠、農林省山林局、日本林学会誌)P.30』
- 『平成 23 年度海岸林学会石巻大会発表論文 海岸クロマツ林の樹下に植栽した広葉樹の成長
※ 秋田県で試験を実施
(平成 23 年 11 月金子智紀、秋田県農林水産技術センター森林技術センター)P.41, 42』
- 『植物の枯死に関する概況報告 (平成 24 年 1 月、仙台市科学館)』
- 『東北地方太平洋沖地震と津波災害が海岸林や植生に与えた影響
(平成 23 年 9 月、埼玉大学大学院兼環境科学研究センター、植生学会ホームページ)
Table1 海水の流入、冠水による植物への影響』
- 『津波被災地の土壌等調査報告書
(平成 23 年 11 月、(社)日本樹木医会、日本樹木医会ホームページ)
P.11, 13, 22, 23, 37,43, 52, 59, 65』
- 『居久根の毎木調査(東京大学大学院工学研究科環境デザイン研究室)』
- 『現地視察での樹木調査(東日本大震災からの復興に係る公園緑地整備検討委員会)』

また、下記の文献を参考した。

- 『港湾緑地の植栽設計・施工マニュアル(平成 11 年 4 月、(財)港湾空間高度センター港湾
・海域環境研究所(現:(財)みなと総合研究財団))P.117, 126, 128』
- 『森林の公益機能解説シリーズ⑨森林の防霧、防潮、飛砂防止機能
(昭和 63 年 5 月、(社)日本治山治水協会)P.55』
- 『森林の公益機能解説シリーズ⑩森林の防風機能
(昭和 63 年 9 月、(社)日本治山治水協会)P.39-40』
- 『治山技術基準解説 防災林造成編(平成 16 年 12 月、(社)日本治山治水協会)P.166-167』
- 『要注意外来生物リスト:植物(詳細) ハリエンジュ(外来生物法 HP、環境省 自然環境局)』

『樹種総括一覧表(ツル・草本) 耐潮性/気候性・耐陰性・冠潮性』

	ツル・草本														
	イワガラミ	エゾオオバコ	オカヒジキ	キツタ	ケカモノハシ	コウボウムギ	シロヨモギ	ナツツタ	ツタウルシ	ニオイシユロラン	ハマエドトウ	ハマニシク	ハマヒルガオ	ハマボウフウ	ヤマアヲ
耐潮性における樹種分類(海岸部～内陸部でのゾーン分け)															
東北地方で植栽可能な樹木															
	エリア③:岩手県久慈市～青森県														
	A-I		○	○		○	○					○	○	○	○
	A-II		○	○								○	○	○	○
	A-III		○	○	○				○	○		○	○	○	○
	内陸	○	○	○	○				○	○					○
	エリア②:宮城県牡鹿半島～岩手県久慈市														
	A-I		○	○		○	○					○	○	○	○
	A-II		○	○								○	○	○	○
	A-III		○	○	○				○	○		○	○	○	○
	内陸	○	○	○	○				○	○					○
	エリア①:茨城県以南～宮城県牡鹿半島														
	A-I		○	○		○	○					○	○	○	○
A-II		○	○	○				○	○		○	○	○	○	
A-III	○	○	○	○				○	○	○	○	○	○	○	
内陸	○	○	○	○				○	○	○				○	
出典															
港湾緑地の植栽設計・施工マニュアル															
都市樹木大図鑑															
改訂版 緑化樹木ガイドブック (監修/国土交通省 都市局 公園緑地・景観課)															
耐潮性/気候性	積雪		5		5	4	5	2	5						
	乾寒風		5		5	4	5	3	5						
	暑さ		2		5	5	5	5	5						
	潮風		3		4	5	4	5	5						
	備考		関東以南は育たない。												
東北全体で植栽可能と考えられる樹種(青森県～茨城県)															
岩手県久慈市～宮城県間が北限とされており、場所により植栽可能と考えられる樹種															
宮城県以南～茨城県が北限とされており、場所により植栽可能と考えられる樹種															

	ツル・草本														
	イワガラミ	エゾオオバコ	オカヒジキ	キツタ	ケカモノハシ	コウボウムギ	シロヨモギ	ナツツタ	ツタウルシ	ニオイシユロラン	ハマエドトウ	ハマニシク	ハマヒルガオ	ハマボウフウ	ヤマアヲ
クロマツ林の下木として植栽できる樹木															
都市樹木大図鑑	耐陰性														
改訂版 緑化樹木ガイドブック (監修/国土交通省 都市局 公園緑地・景観課)	×			△		×		×		×			×		
三陸地方防潮林造成調査報告書(農林省山林局)	クロマツ林の背後の樹林帯														
日本林業誌 津波災害復旧(防潮林)造成に関する技術的考察(武藤博志、農林省山林局)	クロマツ林の背後の樹林帯(砂に土が混ざり、肥沃な土地の場合)														
平成23年度海岸林学会石巻大会発表論文 海岸クロマツ林の樹下に植栽した広葉樹の成長 ※秋田県で試験を実施(金子智紀、秋田県農林水産技術センター森林技術センター)	防潮林と公園をかねる場合の風致林(クロマツ林をベースとする)														
学識者による現地調査	クロマツ林の副林木に適する樹木														
	クロマツ林の樹下植栽できる樹木														
	クロマツとともに混交林を構成する樹種の候補														
クロマツ林の下木として植栽できる樹木															
耐陰性の評価															
浸水による樹木の被害状況 ○:影響小 △:影響あり(葉が茶変) ×:影響大(枝が茶変、枯死) ※調査本数がわかるものは記号の下に本数を記載															
調査名	調査日	調査地													
植物の枯死に関する概況報告(仙台市科学館)	※要確認	仙台市若林区井土	×						×		×				
東北地方太平洋沖地震と津波災害が海岸林や植生に与えた影響(埼玉大学大学院環境科学センター)	2011/5/4~7	宮城県、岩手県リアス式海岸部	2						27		27				
津波被災地の土壌等調査報告書(日本樹木学会)	2011/8/4~7	仙台平野 照徳寺境内(汀線からの距離 1300m) 仙台平野 背後林(汀線からの距離 1300m) 仙台港 多賀城地区緩衝緑地公園中洲(汀線からの距離 1,200m) 仙台港 多賀城地区緩衝緑地公園内(汀線からの距離 1,200m) 石巻市 北上公園(汀線からの距離 3,300m) 石巻市 鹿妻東公園(汀線からの距離 900m) 気仙沼市 みなと東公園(汀線からの距離 900m) 気仙沼市 洪枝川公園(汀線からの距離 1,900m)													
居久根の毎木調査(東京大学大学院工学研究科環境デザイン研究室)	2011/8/22-23-27~29 2011/9/19-20	岩沼市													
現地視察での樹木調査(東日本大震災からの復興に係る公園緑地整備検討委員会)	2011/10/11	名取市													
現地調査(東京農業大学造園科学科造園樹木学研究室)	2012/01	エリア③:岩手県久慈市～青森県 エリア②:宮城県牡鹿半島～岩手県久慈市 エリア①:茨城県以南～宮城県牡鹿半島		○	○		○	○					○	○	○
耐冠潮性の評価															
	×	○	○		○	○		×	×			○	○	○	○

潮風圧と植栽植物

海岸地域に植栽出来る植物は、海岸の潮風圧の強さと植栽位置との関係によって種類が特定される。臨海部の既存樹木を見ると潮風によって樹冠が風下に向けてなびくように変形しているものがあるが、これを風衝形といって風の強さを判断する指標としている。この変化が著しい地域をA級地域、やや認められる地域をB級、全く認められない地域をC級とし、それぞれの地域で海岸の既存植物を調査すると海水飛沫の被害の大きい地帯、それより内陸側で被害のやや少ない地帯、さらに被害の少ない地帯があることがわかる。

この地帯をベルト1、II、IIIとして区分すると潮風強度A、B、C級との間には下図の関係が成立すると言われている(「3.3 気候帯と植物材料の耐潮性」参照)。

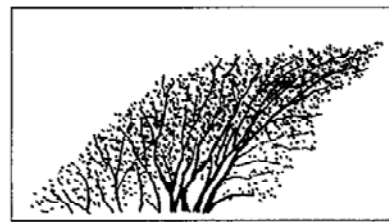
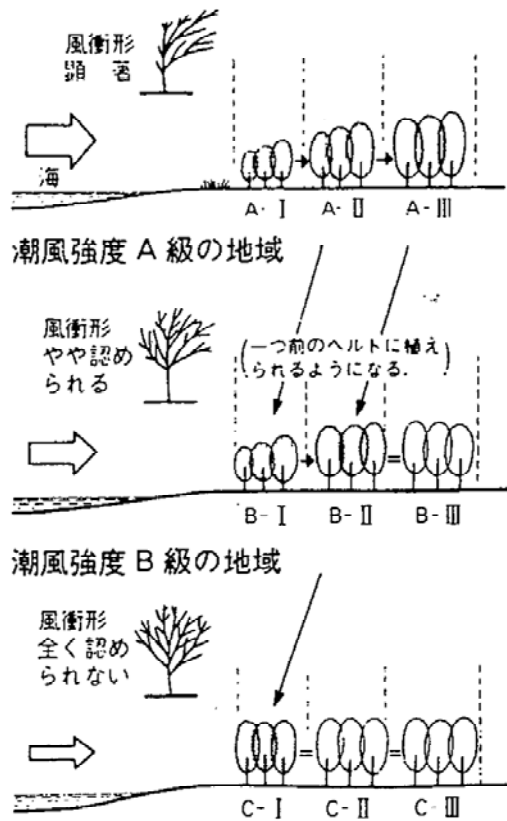


写真3.3.1 潮風強度A級で認められる風衝型

出典：最先端の緑化技術，亀山章・三沢彰・近藤三雄
・奥水肇編集，ソフトサイエンス社，1989年

図3.3.6 潮風強度とベルト区分

Belt I、II、IIIに出現する高中木類の植栽可能区域について、年最低気温を基にゾーン区分した日本のクライメイトゾーン (樹木アートブック：アボック社)を参考にした。

表 3.3.7 Belt I、II、IIIに出現する高中木の植栽可能区域

気温帯		指標気象観測地名	植栽北限樹木名	植栽南限樹木名
ZONE No.	年最低気温 (平均)			
5		北見、旭川、帯広、滝川	シンジュ、イチイ、エノキ、ニセアカシア、エンジュ、ミズキ	
6	a	岩見沢、釧路	クロマツ、アカマツ、イチヨウ、コナラ	
	b	紋別、網走、留萌、札幌	スズカケノキ、イブキ	
7	a	苫小牧、根室、函館、稚内、陸奥	ヒマラヤスギ、クヌギ、カイズカイブキ、イヌガヤ、オオシマザクラ、ムクノキ、アキニレ	
	b	小樽、青森、五所、久慈、米沢		
8	a	松前、室蘭、八戸、秋田、本荘、宮古、鶴岡、気仙沼、糸魚川	シロダモ、アオギリ、オオバヤシヤブシ、モチノキ、タラヨウ	
	b	江差、大船渡、酒田、仙台、石巻、柏崎、富士、土浦、岡崎、豊岡、人吉 ※赤下線は東北地方の太平洋側の都市	タブノキ、スダジイ、ツブラジイ、アラカシ、クロガネモチ、センダン、ヤブニッケイ、ヒメユズリハ、イヌマキ、ヤマモモ、モッコク、イスノキ、オガタマノキ、カクレミノ	
9	a	両津、新潟、金沢、輪島、敦賀、福井日立、千葉、館山、木更津、東京、横浜、静岡、豊橋、名古屋、伊勢、四日市、津、尾鷲、大津、大阪、田辺、舞鶴、明石、姫路、倉敷、岡山、松江、鳥取、広島、徳山、宇部、山口、高松高知、佐賀、宮崎、延岡、熊本	クスノキ、ハマビワ、フサアカシア、モリシマアカシア、ユーカリ	イチイ
	b	銚子、伊東、浜松、下田、鳥羽、和歌山、神戸、呉、下関、萩、鳴門、徳島、宇和島、松山、至戸岬、福岡、佐世保、中津、水俣、鹿児島	ホルトノキ、デイゴ、モクセンナ、オオベニゴウカン	コナラ、オオシマザクラ、エンジュ、ミズキ
10	a	指宿、伊豆大島、	オオハマボウ、ソウシジュ、コガネ、ノウゼン、キバナキョウチクトウ	
	b	屋久島	キワタノキ、タイワンモクゲンジ、インドソケイ	スズカケノキ、イヌガヤ
11	a	久米職、名護	カエンボク、ハウオウボク、アメリカネムノキ、オウゴンジュ	イチヨウ
	b	与那国、多良間、宮古島、石垣島、西表島、那覇		クロマツ、アカマツ、ヒマラヤスギ、タブノキ、クスノキ、シロダモ、ホルトノキ、スダジイ、ツブラジイ、アラカシ、クロガネモチ、シンジュ、クヌギ、センダン、アオギリ、イブキ、カイズカイブキ、ヤブニッケイ、エノキ、ヒメユズリハ、ムクノキ、オオバヤシヤブシ、ニセアカシア、イヌマキ、ヤマモモ、モッコク、モチノキ、タラヨウ、イスノキ、ハマビワ、フサアカシア、モリシマアカシア、ユーカリノキ、オガタマノキ、カクレミノ、アキニレ

東北地方の海岸に植栽可能とされている樹木

出典：樹木アートブック I、林弥栄・小形研三総監、アボック社、1990年
熱帯花木植栽事典、坂崎信之、アボック社、1998年 より抜粋

表 3. 3. 5 関東以南の平地・丘陵地の常緑広葉樹林帯(ヤブツバキクラス域)での潮風強度 A 級地域の Belt I, II, III および内陸に植栽できる植物

	A-I		A-II		A-III		内陸	
	常 緑	落 葉	常 緑	落 葉	常 緑	落 葉	常 緑	落 葉
高木層	クロマツ				アカマツ・ヒマラヤスギ・タブノキ・クスノキ・シロダモ・ホルトノキ・スダジイ・ツブラジイ・クロガネモチ・アラカシ	イチョウ・シンジュ・クヌギ・コナラ・センダン・スズカケノキ・アオギリ・ハリギリ	ヒノキ・サワラ・ヒムロスギ・ツガ・スギ・イタリアイトスギ・モミ・シラカシ・アカガシ	ケヤキ・アメリカヤマナラシ・イタリアポプラ・モミジバフウ・カツラ・トウカエデ・シダレヤナギ
亜高木層	イブキ・カイヅカイブキ・トキワギョリュウ・ビロウ	ギョリュウ	イヌガヤ・イチイ・ヤブニッケイ・ヒメユズリハ・ヤブツバキ・ヒサカキ・イヌツゲ	オオシマザクラ・エノキ・ムクノキ・オオバヤシャブシ・ニセアカシア・エンジュ	イヌマキ・サンゴジュ・ヤマモモ・モッコク・モチノキ・タラヨウ・イスノキ・ハマビワ・タイミンタチバナ・フサアカシア・モリシマアカシア・ユーカリ・サカキ・オガタマノキ・カクレミノ	ミズキ・アキニレ・ゴンズイ・ツルウメモドキ	キンモクセイ・ギンモクセイ・ヒイラギ	ソメイヨシノ・コブシ・モクレン・ハンノキ・ヤマモミジ
低木層	トベラ・マサキ・ボウシュウマサキ・マルバシャリンバイ・シャリソバイ・ナワシログミ・マルバグミ・ハマヒサカキ・ウバメガシ・アツバキミガヨラン・アオノリュウゼツラン・ソテツ・メダケ・ネザサ・ダンチク・ニンドウ・マキバブラシノキ・オオイタビ・ニューサイラン・トキワスキ	オオバイボタ・クコ・ハマゴウ・ハマセンナ・ハマナシ・ラセイタソウ・アキグミ・パンパスグラス・ハチジョウススキ・アメリカンピーチグラス	ネズ・キヤラボク・ツルグミ・キョウチクトウ・オリブノキ・ジンチョウゲ・シャシャンボ・ヤツデ・アオキ・キズタ・クチナシ・サネカズラ	ガクアジサイ・アカメガシワ・クサギ・ハマゴウ・ヤマグワ・イボタノキ・イヌコリヤナギ・イヌビワ・ハチジョウキブシ・アメリカディゴ	ハクサンボクツゲ マンリョウ	カンユノキ・カラスサンショウ・サンショウ・サイカチノキ・マユミ・ハコネウツギ・ヌルデ・ガマズミ・ハナツクバネウツギ・ウツギ・アケビ・ミツバアケビ	コノテガシワ クルメツツジ ヒラドツツジ サツキツツジ シヤクナゲ	ニシキギ・チョウセンレンギョウ・レンギョウ
草本層	ヒゲスゲ・ツワブキ・イソギク・ダルマガク・ハマナデシコ・タイトウゴメ・オルマンネングサ・マルバマンネングサ・アツバギク・ハマニンニク・ケンタッキ-31 フェスク・クリーピン グレッドフェスク	ノシバ・コウライシバ・ギョウギシバ・バミューダグラス・ハマオモト・ハマヒルガオ・ウィーピングラブグラス・ティフトンターフ・タチテンモンドウ・チガヤ	テイカカズラ・フウトウカズラ・ヤブラン・リュウキユウヤブラン・リュウノヒゲ・タツタナデシコ・ツルニチニチソウ	カキドウシ ツボグサ	A-IIに同じ	A-IIに同じ	シュンラン エビネラン カンアオイ ハナツメクサ	

出典：緑地学研究 No. 4 サンドポンプによる臨海埋立地における緑地植物の植栽に関する研究, 本間啓, 東京大学農学部, 1973 年

『森林の公益機能解説シリーズ⑨森林の防霧、防潮、飛砂防止機能』

(昭和 63 年 5 月、(社)日本治山治水協会)P.55』

クロマツ主林木の下に塩風、塩害に強いトベラ、マツバグミ、ハマヒサカキ、シャリンバイ、ツバキウバメガシ、ハマユズリハ、ヤブニッケイ、ヤマモモ、モチノキなどの広葉樹が密生した二段林ないし、複層林であれば理想的である。

『森林の公益機能解説シリーズ⑩森林の防風機能(昭和 63 年 9 月、(社)日本治山治水協会)』

P.39-40』

- ① 樹幹が強く折れにくい。
- ② 高い樹高に成長する。
- ③ 樹冠が密で枝葉の着生点が低い。
- ④ 生長が早い。
- ⑤ 深根性で倒伏しにくい。
- ⑥ 植栽する土地の気候風土に適する。
- ⑦ 病虫害に対して抵抗がある。
- ⑧ 飛砂や塩害、寒風の害によく耐える。
- ⑨ 栄養分や水分に対する要求が小さい。

[海岸林]

針葉樹ークロマツ、アカマツ、トドマツ、カラマツ等

広葉樹ーカシワ、ヤマモモ、ニセアカシア、ネムノキ等

[内陸林]

針葉樹ーヨーロッパトウヒ、トドマツ、アカエゾマツ等

広葉樹ードロノキ、ポプラ、カシワ、カバ類、ヤチダモ等

『要注意外来生物リスト:植物(詳細) ハリエンジュ(外来生物法 HP、環境省 自然環境局)』

ニセアカシア(ハリエンジュ)は、希少植物を含む在来植物を駆逐するおそれがあり、生態系に悪影響を及ぼしうることから、その影響の大きい場所では積極的な防除または分布拡大の抑制策の検討が望まれるとされ、外来生物法の要注意外来生物リストに、別途総合的な取り組みを進める外来生物(緑化植物)として選定されている。

導入・利用の形態	和名	学名	文献等で指摘されている影響の内容	摘要	導入・利用の形態
意図的導入	緑化等	ハリエンジュ	<i>Robinia pseudoacacia</i>	生態系(競合・駆逐、環境攪乱)	砂防林や薪炭材として導入され、良質の蜜源植物としても広く利用されている。しかし、各地の河川や海岸などでは繁茂し、 <u>希少植物を含む在来植物を駆逐するおそれがある。影響の大きい場所では積極的な防除または分布拡大の抑制策の検討が望まれる。</u>

- ・海岸防災林の造成地は一般の治山植栽地と比較して環境条件が著しく悪いことから、樹種の選定はより慎重に行う必要がある。

一般には次の条件に適合するものを選定する。

- ① 養分、水分に対する要求が少ないもの
 - ② 飛砂、潮風及び寒風等の害によく耐えるもの
 - ③ 風に対する抵抗力の強いもの
 - ④ 温度の急激な変化によく耐え得るもの
 - ⑤ 病虫害に強いもの
 - ⑥ うっ閉を保ち、落葉、落枝等によって地力を増進するもの
 - ⑦ 生活環境や風致の保全・創出に適しているもの
- ・海岸防災林造成で、一般的に用いられている主林木は次のとおりである。
針葉樹－クロマツ、トドマツ、エゾマツ、カラムツ、アカマツ等
広葉樹－モクマオウ、カシワ、ヤマモモ、ヤシヤブシ、ネムノキ、トベラ、ポプラ、ドロノキ、ヤナギ類、ニセアカシア等

また海岸砂地は、土壌の理学的条件が極めて悪いことから主林木の成長を助長させるためには肥料木を混植させることがある。海岸防災林で、一般に用いる肥料木は次の通りである。

肥料木－ヤマモモ、イタチハギ、エニシダ、ハギ類、ハンノキ類、アキグミ、ネムノキ、ニセアカシア等

- ・外来種の採用に当たっては、自然環境への影響を考慮して、選定する必要がある。
- ・近年、海岸林についても病虫害などによる被害が広がっており、病虫害に強い樹種または抵抗性育種苗などを選定する必要がある。

○林帯構造

防潮効果の高い林帯構造については、下記の文献及び資料を参考にした。

『森林の公益機能解説シリーズ⑨森林の防霧、防潮、飛砂防止機能(昭和 63 年 5 月、(社)日本治山治水協会)P.55』

『治山技術基準解説 防災林造成編(平成 16 年 12 月、(社)日本治山治水協会)P.167』

『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(平成 24 年 1 月 25 日)資料1-(4)-3 P.74』

『森林の公益機能解説シリーズ⑨森林の防霧、防潮、飛砂防止機能(昭和 63 年 5 月、(社)日本治山治水協会)P.55』

クロマツ林下に下木として広葉樹が密生したクロマツ二段林ないし複層林が適するとされている。

『治山技術基準解説 防災林造成編(平成 16 年 12 月、(社)日本治山治水協会)P.167』

海岸砂地は土壌条件が極めて悪いことから主林木の成長を助長させるために肥料木を混植することがあり、全体の植栽本数の 20～30%程度混入する。

『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(平成 24 年 1 月 25 日)資料1-(4)-3 P.74』

複層林の樹林帯が持つ津波エネルギー減衰効果の検証では、低木層の樹林の樹高及び胸高直径、枝下高については下記の内容を参考にし、設定した。

3. (参考) 既存林帯の下層に広葉樹を導入した事例

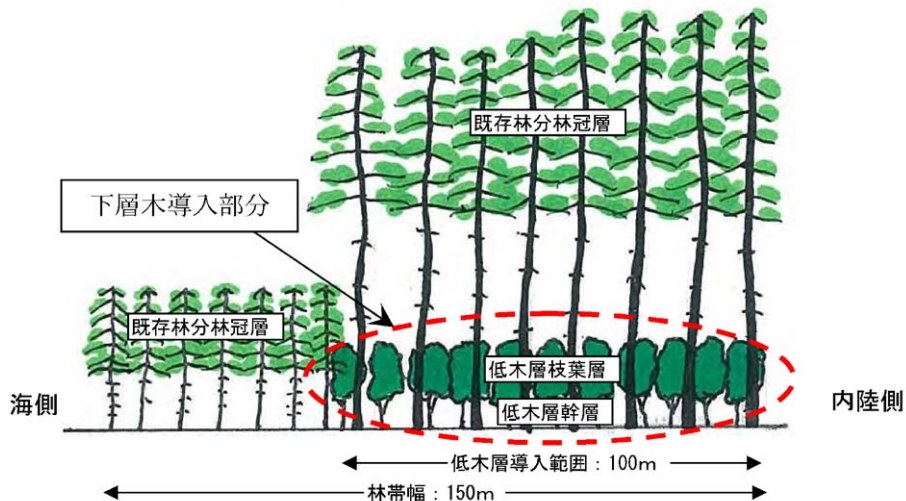


図 1 下層に広葉樹を導入したイメージ断面図(八戸市市川の海岸防災林の例)

挿入するモデル林		(※広葉樹のデータがないためクロマツのデータを活用)
樹高	4.0m	浸水深を参考に決定
胸高直径	6.2cm	形状比 65
本数密度	5,000 本/ha	手引き(森林総合研究所, 2011)
枝下高	1.2m	金澤の式から(相対樹高: 0.9)

○植栽密度と密度管理

植栽密度と密度管理については、下記の文献等を参考にした。

『治山技術基準解説 防災林造成編(平成 16 年 12 月、(社)日本治山治水協会)P.167』

『原田ら(2005), 海岸林の生長による津波減衰効果の検討,

京都大学防災研究所年報 No.48, P.161-166』

『原田ら(2005), 津波減衰効果を目的とした海岸林活用条件の検討,

海岸工学論文集,第 52 巻, P.276-280 』

『クロマツ海岸林の管理の手引きとその考え方ー本数調整と侵入広葉樹の活用ー

(平成 23 年 3 月、(独)森林総合研究所), P.9』

『治山技術基準解説 防災林造成編(平成 16 年 12 月、(社)日本治山治水協会)P.167』

一般的に、主林木及び肥料木の合計の植栽本数は、10,000 本/ha 程度を標準とし、林帯幅が広い場合には林帯前縁から風の影響が少ない内陸部につれて本数を減少させる。

『原田ら(2005), 海岸林の生長による津波減衰効果の検討, 京都大学防災研究所年報 No.48, P.161-166』

営林署等への問い合わせによる調査を行った。日本の海岸林造成の場合、植栽時に 10,000 本/ha (1 本/m²) の密度でクロマツの幼木を植えることが多い。この密度は樹木が生長するためには、密集しすぎているため、植林後 10 年を目安に 7,000 本/ha (0.7 本/m²)、20 年を目安に 3,000 本/ha (0.3 本/m²) と植林時の 1/3 の樹林密度になるよう間伐をして密度管理をすることが行われている。

『原田ら(2005), 津波減衰効果を目的とした海岸林活用条件の検討,海岸工学論文集,第 52 巻, P.276-280 』

条件の設定にあたっては、林野庁の行った海岸林条件に関する現地調査の結果(林野庁、2005)を参考に、密集して植林されたクロマツ林を 0 年とし、植林から 10 年後に樹林密度調整の間伐を行い、さらに植林後から 20 年後にも樹林密度調整間伐を行った海岸林条件を設定した。その後、0.3 本/m² の樹林密度で植林後 50 年までを 10 年間隔で条件設定を行っている。樹高、枝下高、胸高直径の値は、林野庁の行った現地海岸林の観測結果を参考に年を経るたびに成長する様に条件設定を行っている。間伐については、海岸林育成の現場でとられている方法の一例にもとづいている。

表-2 樹木の生長と間伐を考慮した海岸林条件

樹齢 (年)	胸高直径 (m)	樹林密度 (本/m ²)	樹高 (m)	枝下高 (m)	林帯幅 (m)
0	0.05	1.0	0.5	0.0	200
10	0.07	0.7	4.0	0.5	200
20	0.09	0.3	7.0	1.0	200
30	0.11	0.3	9.5	1.5	200
40	0.13	0.3	11.5	2.0	200
50	0.15	0.3	13.0	2.5	200

『クロマツ海岸林の管理の手引きとその考え方—本数調整と侵入広葉樹の活用—

(平成 23 年 3 月、(独)森林総合研究所)P.9』

この表は、小田(1984、1992b)の相対密度管理表を調製したものである。元々の相対密度管理表は、平均胸高直径と相対密度から立木本数密度を求める形になっているが、ここでは、平均胸高直径と立木本数密度から相対密度を求める形にしてある。例えば、立木本数密度が2,000本/ha、平均胸高直径が10cmのとき、相対密度は50%となる。また、形状比を介することで平均胸高直径を上層樹高(林冠高)に読み替えられるようにしている。例えば、林冠高4.9mの場合は、3,000本/haであれば適正であるが、3,500本/haでは本数調整を検討する必要があり、4,500本/haでは過密となる。同様に、林冠高9.8mの場合は、1,250本/haであれば適正であるが、1,500本/haでは本数調整を検討する必要があり、2,000本/haでは過密となる。

過密度状況早見表

平均 胸高直径	林冠高	相 対 密 度											
		%											
cm	m	10,000	7,500	6,000	4,500	3,500	3,000	2,500	2,000	1,500	1,250	1,000	800
24	16.8												80
23	16.1											94	75
22	15.4											88	70
21	14.7											80	64
20	14.0										95	76	61
19	13.3										87	69	56
18	12.6									96	80	64	51
17	11.9									88	74	59	47
16	11.2									79	66	53	42
15	10.5								95	71	60	48	38
14	9.8							84	63	53	42	34	
13	9.1							95	76	57	48	38	30
12	8.4							83	67	50	42	33	27
11	7.7						88	73	59	44	37	29	
10	7.0					88	75	63	50	38	31		
9	6.3					74	64	53	42	32	26		
8	5.6				80	62	53	44	36	27			
7	4.9			86	64	50	43	36	29				
6	4.2		86	69	51	40	34	29					
5	3.5	85	64	51	38	30	25						
4	2.8	60	45	36	27	21							
立木本数密度 (本/ha)		10,000	7,500	6,000	4,500	3,500	3,000	2,500	2,000	1,500	1,250	1,000	800

表 2 は、適正と考えられる本数密度を林冠高に応じて示したものである。相対密度 55% に対応する立木本数密度を目標にし、多くなったとしても相対密度 65% の値を超えないように本数調整を行うことになる。通常は、形状比を 70 とした場合を用いるが、形状比 60 とした場合の数値も示した*

* 積雪地帯では、形状比 60～65 を目安にする方が冠雪害に対してより安全である。

表 2 林冠高に対応した目標本数密度

林冠高	形状比70のとき				形状比60のとき		
	平均 胸高 直径	立木本数		平均 胸高 直径	立木本数		
		相対密度 55 %	相対密度 65 %		相対密度 55 %	相対密度 65 %	
m	cm	本/ha	本/ha	cm	本/ha	本/ha	
3.0	4.3	8,300	9,800	5.0	6,500	7,700	
3.5	5.0	6,500	7,700	5.8	5,100	6,000	
4.0	5.7	5,300	6,200	6.7	4,100	4,900	
4.5	6.4	4,400	5,200	7.5	3,400	4,100	
5.0	7.1	3,700	4,400	8.3	2,900	3,400	
5.5	7.9	3,200	3,800	9.2	2,500	3,000	
6.0	8.6	2,800	3,300	10.0	2,200	2,600	
6.5	9.3	2,400	2,900	10.8	1,920	2,300	
7.0	10.0	2,200	2,600	11.7	1,710	2,000	
7.5	10.7	2,000	2,300	12.5	1,530	1,810	
8.0	11.4	1,770	2,100	13.3	1,390	1,640	
8.5	12.1	1,610	1,900	14.2	1,260	1,490	
9.0	12.9	1,470	1,740	15.0	1,150	1,360	
9.5	13.6	1,350	1,590	15.8	1,060	1,250	
10.0	14.3	1,240	1,470	16.7	980	1,150	
10.5	15.0	1,150	1,360	17.5	900	1,070	
11.0	15.7	1,070	1,270	18.3	840	990	
11.5	16.4	1,000	1,180	19.2	780	930	
12.0	17.1	930	1,100	20.0	730	870	
12.5	17.9	880	1,040	20.8	690	810	
13.0	18.6	820	970	21.7	650	760	
13.5	19.3	780	920	22.5	610	720	
14.0	20.0	730	870	23.3	570	680	
14.5	20.7	690	820	24.2	540	640	
15.0	21.4	660	780	25.0	520	610	
15.5	22.1	620	740	25.8	490	580	
16.0	22.9	590	700	26.7	470	550	
16.5	23.6	570	670	27.5	440	520	
17.0	24.3	540	640	28.3	420	500	
17.5	25.0	520	610	29.2	400	480	
18.0	25.7	490	580	30.0	390	460	

○海岸林の植栽時の保護

海岸林の植栽保護については、下記の文献を参考にした。

『治山技術基準解説 防災林造成編(平成16年12月、(社)日本治山治水協会)P.161-165、169』

『治山技術基準解説 防災林造成編(平成16年12月、(社)日本治山治水協会)P.161、162』

4-6-3 静砂工

静砂工は、植栽予定地の全面静砂を図り、植栽木の生育できる環境をつくるために設けるものとする。

[解説]

1 造成した砂丘及びその陸側の砂地は、そのままでは絶えず砂が移動して植栽木が砂で埋没するなどの被害を受ける。また、海岸砂地での植栽木は塩害、寒風害、乾燥害等を受けやすい。したがって、植栽木の健全な生育を期待するためには、静砂工を設けて砂の移動を防止し、植栽木の生育環境を整える必要がある。

静砂工は、植栽予定地を垣によって正方形または長方形に細かく区画するのが一般的である。

2 静砂工の工種には、静砂垣工、静砂立工及び衝立工があるが、これらからの選択、組み合わせに当たっては、防風工の有無、風速、地形等を考慮して行う。一般には、静砂垣工で植栽予定地を正方形または長方形に比較的大きく区画し、さらに必要に応じてその内部を静砂立工で細かく区画し、植栽木の風上に衝立工を設けるが、現地の実態により、静砂立工、衝立工を設けない場合も多い。

静砂垣工、静砂立工、衝立工の一般的な配置関係は、図-60に示すとおりである。

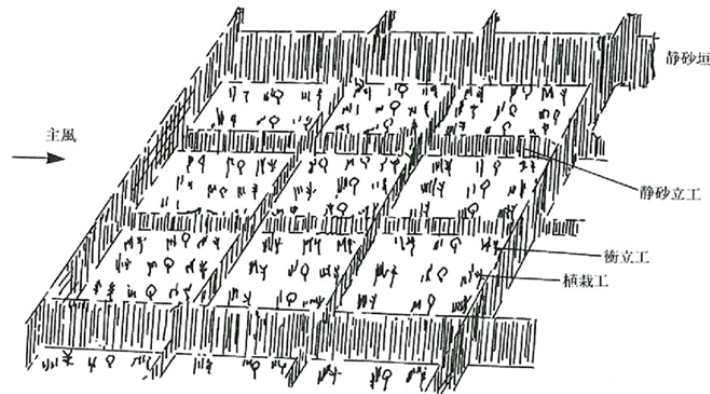


図-60 静砂工の配置

4-6-3-1 静砂垣工

静砂垣工は、植栽予定地を垣によって一定の大きさに区画して設けるものとする。

[解 説]

- 1 静砂垣工は、植栽予定地を垣（静砂垣）によって正方形または長方形に区画して、砂の移動防止と植栽木の生育環境の整備を図るものである。したがって、設計に当たっては、静砂立工、衝立工との関連を総合的に検討して、区画の大きさ、構造等を決定する。
- 2 静砂垣の方向は、防風効果、静砂効果を最大にするため、その一辺を主風向に直角にしなければならない。また、防風工を設ける場合には、防風工は地形的条件等に制約されて主風向に直角とすることが困難な場合が多いので、静砂垣は防風工の方向にかかわらず一辺を主風向に直角に設けて、その効果を最大限に発揮させるように設ける必要がある。
- 3 静砂垣の高さは、防風垣の高さ、静砂垣の区画の大きさ、植栽木の高さ等を考慮して決定するが、一般にはその有効高を1.0～1.2mとする場合が多い。また、その区画の大きさは、一辺の長さが10～20mの正方形または長方形とするのが一般的である。静砂立工、衝立工を設けない場合には、4×4mの正方形または2×4m程度の長方形とする場合が多い。
- 4 静砂垣の構造等は、堆砂垣とほぼ同様であるが、静砂垣工は風速を弱めて砂の移動を防止するとともに植栽木に対する風害、塩害等の防止効果も期待しているので、これらの効果の期待できる構造のものとする。また、静砂垣の使用材料としては、植栽木の要保護期間までの耐久性を考慮して決定する。

4-6-3-2 静砂立工

静砂立工は、静砂垣工の区画内を簡易な垣によって更に細かく区画して設けるものとする。

[解説]

- 1 静砂立工は、静砂垣の区画内を更に細かく区画して、砂の移動による害、塩害、寒風害等から植栽木を保護するものであるから、静砂垣の配置状況、風の強さ等を総合的に勘案してその必要性を検討する。
静砂垣工の区画が粗い場合には、区画内で渦流が生じ、砂の移動、潮風等によって植栽木が被害を受けやすい。したがって、このような場合には静砂垣の一边を短くして区画を小さくする必要があるが、あまり静砂垣の区画を小さくすると不経済となるので、簡易な静砂立工を設けることが望ましい。
- 2 静砂立工の配置は、地形、静砂垣の配置の状況等によっても異なるが、通常は一边2～4mの正方形または2×4m程度の長方形あるいは2m間隔の列状とし、その一边(長方形の場合は長辺)を主風向に直角とする。
- 3 静砂立工の高さは、地上30～50cmとするのが一般的であるが、その下部を20～30cmは砂地に埋め込み、これを伝わって雨水等が地中に浸透するようにする。
- 4 静砂立工の材料は、砂地に水分を供給し、また、周辺林地から飛来する植物の種子を捕捉してその発芽を促す副次的な効果を期待して、麦わら、アシ、そだ、シデ、カヤ等が一般に用いられている。

4-6-3-3 衝立工

衝立工は、植栽木の風上にカヤ等を立てて、風が植栽木に直接当たらないように設けるものとする。

【解説】

1 衝立工は、稲わら、麦わら、カヤ等で編んだ衝立状のものを植栽木(主林木)の風上に立てて、植栽直後の植栽木を保護することを目的とするものである。また、衝立工は風による植栽木の水分蒸発を抑制して活着率の向上を図るとともに、降雨を地中に導いて砂地の乾燥防止にも役立てようとするもので、砂地造林では効果的な方法である。

なお、衝立工は静砂垣工、静砂立工の配置状況を勘案して、その必要性を検討する。

2 衝立工の位置は、植栽木から15cm程度離れた風上に配置し、幅30cm程度、高さ40cm程度とするのが普通であるが、苗木の大きさによって決定する。

衝立工の標準図を示すと、図-61のとおりである。

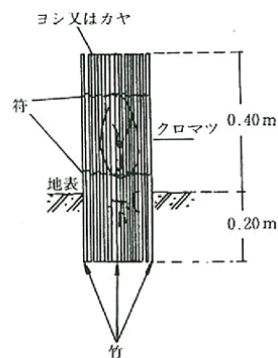


図-61 衝立工の標準図

4-6-4-6 埋わら及び敷わら

植栽に当たっては、原則として埋わら及び敷わらを行い、乾燥の防止、土壌の改善等を図るものとする。

【解説】

1 埋わらは、砂中水分を一時保留して必要に応じて植栽木に水分を供給する作用をなし、また、腐朽すれば植栽木の肥料となる。

埋わらの設置に当たっては、植栽木の根茎がわらに直接触れないようにわらの上を砂で被覆して、その上に植栽することが重要である。

埋わらの量は、植栽木1本当たり400g程度を標準とする。

2 敷わらは、砂の移動を防止するとともに砂中の水分の蒸発を防止し、地温の極端な上昇、低下を防止する作用を有している。また、腐朽すれば埋わらと同様に肥料となる。

敷わらは、植栽木の周囲または植栽地全面に施すが、その使用量は、植栽木の周囲に施す場合には300g/本程度、植栽地全面に施す場合には6,000~10,000kg/ha程度が標準である。

○樹木の市場性

市場性については、下記の調査を参考にした。

『公共用緑化樹木の供給可能量調査(平成22年、(財)日本緑化センター)』

- ・日本植木協会では1年に一度全国にどれだけ公共用緑化樹木が存在し、供給可能であるかを調査し、下記のようにまとめている。
- ・供給可能量の状況について地域・栽培様式・樹種・規格・本数等の項目での集計となっている。

平成22年度供給可能量調査書

ブロック	県名	栽培様式	樹種分類	樹種索引	公共規格	学名	樹種名	別名(1)	樹形・仕様	H(L)	φ	W(立数率)	P径	調達難易度	本数
01北海道・東北	01北海道	コナナ	01針葉樹	ア		Picea gleh	アカエゾマツ		一般	0.50	-	-	15.0	E	500
01北海道・東北	01北海道	コナナ	01針葉樹	ア		Picea gleh	アカエゾマツ		一般	0.50	-	-	15.0	E	200
01北海道・東北	01北海道	コナナ	01針葉樹	ウ		Juniperus	ジュニパー		一般	0.50	-	-	15.0	B	200
01北海道・東北	01北海道	コナナ	01針葉樹	ク		Thuja occ	ツゲ		一般	0.30	-	-	10.5	D	200
01北海道・東北	01北海道	コナナ	01針葉樹	ク		Thuja occ	ツゲ		一般	0.50	-	-	10.5	D	200
01北海道・東北	01北海道	コナナ	01針葉樹	サ		Thuja occ	ツゲ		一般	0.30	-	-	15.0	E	300
01北海道・東北	01北海道	コナナ	01針葉樹	サ		Thuja occ	ツゲ		一般	0.50	-	-	18.0	E	100
01北海道・東北	01北海道	コナナ	01針葉樹	チ		Pinus kor	マツ		一般	0.50	-	-	10.5	E	100
01北海道・東北	01北海道	コナナ	01針葉樹	チ		Pinus kor	マツ		一般	0.80	-	-	15.0	E	100
01北海道・東北	01北海道	コナナ	01針葉樹	ニ	○	Thuja occ	ニオイバ		一般	0.50	-	-	10.5	E	300
01北海道・東北	01北海道	コナナ	01針葉樹	フ	○	Juniperus	ジュニパー		G.C.P	L=0.3	-	-	15.0	A	200
01北海道・東北	01北海道	コナナ	01針葉樹	フ	○	Juniperus	ジュニパー		G.C.P	L=0.3	-	0.15	15.0	D	400
01北海道・東北	01北海道	コナナ	01針葉樹	フ	○	Picea pun	マツ		一般	0.50	-	-	15.0	E	100
01北海道・東北	01北海道	コナナ	01針葉樹	フ	○	Picea pun	マツ		一般	0.50	-	-	15.0	E	100
01北海道・東北	01北海道	コナナ	01針葉樹	ラ	○	Thuja occ	ツゲ		G.C.P	-	-	0.20	15.0	B	150
01北海道・東北	01北海道	コナナ	03落葉高木	ア		Fraxinus li	アオダモ		一般	0.30	-	-	10.5	E	300
01北海道・東北	01北海道	コナナ	03落葉高木	ア		Fraxinus li	アオダモ		一般	0.30	-	-	10.5	E	300
01北海道・東北	01北海道	コナナ	03落葉高木	ア		Fraxinus li	アオダモ		一般	0.50	-	-	10.5	E	100
01北海道・東北	01北海道	コナナ	03落葉高木	ア		Fraxinus li	アオダモ		一般	0.80	-	-	12.0	C	30
01北海道・東北	01北海道	コナナ	03落葉高木	ア		Fraxinus li	アオダモ		一般	1.00	-	-	15.0	E	30
01北海道・東北	01北海道	コナナ	03落葉高木	イ		Acer mon	イタヤカエデ		一般	0.30	-	-	10.5	E	100
01北海道・東北	01北海道	コナナ	03落葉高木	イ		Acer mon	イタヤカエデ		一般	0.30	-	-	10.5	E	50
01北海道・東北	01北海道	コナナ	03落葉高木	イ	○	Acer mon	イタヤカエデ		一般	0.50	-	-	10.5	D	100
01北海道・東北	01北海道	コナナ	03落葉高木	イ		Acer palm	イロハモシ	(含ヤマモシ)	一般	0.30	-	-	10.5	D	300
01北海道・東北	01北海道	コナナ	03落葉高木	イ		Acer palm	イロハモシ	(含ヤマモシ)	一般	0.30	-	-	10.5	D	200
01北海道・東北	01北海道	コナナ	03落葉高木	イ	○	Acer palm	イロハモシ	(含ヤマモシ)	一般	0.50	-	-	10.5	C	300
01北海道・東北	01北海道	コナナ	03落葉高木	イ	○	Acer palm	イロハモシ	(含ヤマモシ)	一般	0.80	-	-	12.0	C	100
01北海道・東北	01北海道	コナナ	03落葉高木	イ	○	Acer palm	イロハモシ	(含ヤマモシ)	一般	1.00	-	-	12.0	C	200
01北海道・東北	01北海道	コナナ	03落葉高木	イ	○	Acer palm	イロハモシ	(含ヤマモシ)	一般	1.20	-	-	15.0	C	200
01北海道・東北	01北海道	コナナ	03落葉高木	オ	○	Prunus sa	オオヤマザクラ	(エゾヤマザクラ)	一般	0.50	-	-	10.5	D	300
01北海道・東北	01北海道	コナナ	03落葉高木	オ		Prunus sa	オオヤマザクラ	(エゾヤマザクラ)	一般	0.80	-	-	12.0	D	300
01北海道・東北	01北海道	コナナ	03落葉高木	カ		Quercus c	カブ		一般	0.30	-	-	10.5	B	300
01北海道・東北	01北海道	コナナ	03落葉高木	カ	○	Quercus c	カブ		一般	0.50	-	-	12.0	C	300
01北海道・東北	01北海道	コナナ	03落葉高木	カ		Cercidiph	カワ		一般	0.30	-	-	10.5	D	300
01北海道・東北	01北海道	コナナ	03落葉高木	カ	○	Cercidiph	カワ		一般	0.50	-	-	10.5	C	300
01北海道・東北	01北海道	コナナ	03落葉高木	カ		Cercidiph	カワ		一般	0.80	-	-	12.0	D	300