

# 目次

刊行にあたって	iii
<b>第1章 海浜と海岸防災林</b>	<b>1</b>
1.1 海岸の地形，地質特性	1
1.1.1 成因による海岸地形の分類	1
1.1.2 浜地形	2
1.1.3 海岸砂丘	3
1.1.4 海浜と砂草帯	3
1.2 日本の海岸植生	3
1.2.1 日本列島の海岸林	3
1.2.2 日本列島の海浜植生	7
1.2.2.1 海浜植生の帯状構造	8
1.2.2.2 海浜植物の地域分布	9
1.3 熱帯アジアの海岸植生	11
1.3.1 熱帯アジアの海岸樹木	11
★コラム1 アダン	12
★コラム2 ココヤシ	13
1.3.2 熱帯アジアの海浜植物	13
1.3.3 熱帯アジアのラグーン湿地とマングローブ	14
1.4 海岸林と生物多様性	16
★コラム3 生物多様性をめぐる動き	17
1.5 防災林の種類	18
1.5.1 水害防備林（水害防備保安林）	18
★コラム4 保安林	18
1.5.2 防風砂林（飛砂防備保安林）	19
1.5.3 防潮林（潮害防備保安林）	20
1.5.4 魚附林（魚つき保安林）	20
1.5.5 屋敷林	21
1.5.6 垣根	22
1.6 わが国の海岸林が果たしてきた役割	24

1.6.1	歴史的な背景	24
1.6.1.1	幕藩時代	24
1.6.1.2	明治以降	24
1.6.1.3	終戦以降	25
1.6.1.4	今日的な課題	25
1.6.2	海岸林に期待される防災機能	26
1.6.2.1	飛砂防備機能	26
1)	飛砂発生の抑止	26
2)	飛砂の落下空間	27
3)	必要な林相と林帯幅	27
1.6.2.2	防風機能	27
1.6.2.3	潮風害軽減機能	28
1.6.3	景観としてのマツ林	28
1.6.4	今後に向けて	28
1.7	進む自然遷移	30
1.7.1	松林の自然遷移	30
1.7.1.1	九州地方の松林	30
1.7.1.2	四国・瀬戸内海地方の松林	30
1.7.1.3	東海地方の海岸松林	31
1.7.1.4	神奈川県三浦半島から湘南海岸の松林	32
1.7.1.5	東北地方太平洋岸の海岸松林	32
1.7.1.6	東北北部から北海道の松林	33
1.7.2	遷移途上のあつれき	33
1.7.3	広葉樹の利用	34
1.7.3.1	天然生の樹林を利用する	34
1.7.3.2	広葉樹による緑化	35
1.7.3.3	遷移を容認した管理	36
	★コラム 5 潜在自然植生	37
	文献	37

## 第2章 津波と海岸林の減災効果 43

2.1	津波・高潮の特性	43
2.1.1	津波の特性	43
2.1.1.1	津波の伝搬速度	43
2.1.1.2	津波の進行	44

1) 屈折	44
2) 回折	44
★コラム6 波の高さを測る	45
3) ソリトン分裂	45
4) 共振現象	46
5) 津波の指向性	46
2.1.2 高潮の特性	46
★コラム7 日本の津波・世界の津波	47
2.1.3 海岸保全の構造物	48
2.1.4 調査と計測方法（痕跡調査）	50
2.1.4.1 痕跡水深	50
2.1.4.2 流向	51
2.2 津波減災効果の研究	51
2.3 津波発生時に海岸林が果たした役割	53
2.3.1 昭和三陸地震津波での事例（農林省山林局 1934 から）	53
2.3.2 東北地方太平洋沖地震津波での事例	54
2.4 インド洋大津波で海岸林が果たした役割	58
2.4.1 津波による海浜の侵食と堆砂	60
2.4.2 タイ海岸林の減災事例	63
2.4.2.1 Ban Thale Nok での事例	63
2.4.2.2 Laem Son 国立公園での事例	64
2.4.2.3 Pra Thong 島での事例	66
2.4.3 スリランカ海岸林の減災事例	67
2.4.3.1 Medilla 海岸での事例	67
2.4.3.2 Kalutara 海岸での事例	69
2.4.3.3 Rekawa 海岸での事例	69
2.4.3.4 Hambantota 海岸での事例	71
2.5 ジャワ島南西沖地震津波時に海岸林が果たした役割（インドネシア）	72
2.5.1 ジャワ島南西海岸域での事例	72
2.5.2 ジャワ島中部地震のジョクジャカルタ周辺の事例	74
2.6 バングラデシュの高潮時に海岸林が果たした役割	77
文献	79

### 第3章 津波・高潮による海岸林の破壊—機能限界を知る—

3.1 海岸林の津波・高潮減災効果と破壊現象	81
------------------------	----

★コラム 8	海岸林の構造	82
3.1.1	植生厚みと津波抵抗特性	83
3.1.1.1	植生厚み	83
3.1.1.2	津波抵抗特性	83
3.1.1.3	総合植生抵抗	83
3.1.1.4	海岸林構造と減災効果	84
3.1.2	海岸林の規模と破壊影響（インド洋大津波の事例）	84
3.1.3	東北地方太平洋沖地震津波を踏まえた海岸林の必要幅	85
3.1.3.1	必要海岸林幅の見直し	85
3.1.3.2	海岸林の成長と減災効果	87
3.2	海岸林に働く津波の力	88
3.2.1	津波により物体に働く流体力と流体力によるモーメント	88
3.2.1.1	抗力と抗力によるモーメント	88
3.2.1.2	家屋倒壊率	89
3.2.2	津波による衝撃力、浮遊物の衝突力影響	89
3.3	海浜における砂の移動特性と海岸林周辺の洗掘現象	89
3.3.1	海浜での底面摩擦と砂の移動特性	90
3.3.1.1	波による水粒子の運動と底面摩擦	90
3.3.1.2	砂の移動特性	91
3.3.2	洗掘形態	91
3.4	樹木の破壊形態と破壊限界に影響するメカニズム	93
3.4.1	樹木の破壊形態	93
3.4.2	樹木の転倒限界に影響を及ぼす要因	94
3.5	樹木の形態的特性と津波に対する耐性	96
3.5.1	樹木の耐性・破壊特性に関連する樹木形態特性	96
3.5.1.1	樹木主幹の形状比	96
3.5.1.2	熱帯アジア海岸樹木の形態と群落構造特性	96
3.5.1.3	熱帯アジア海岸林の群落構造特性	97
3.5.1.4	熱帯アジア海岸樹木の抗力特性	98
3.5.1.5	根系の構造と転倒破壊	99
3.5.2	海岸樹木の樹形と破壊	100
3.5.2.1	津波浸水深による樹木の破壊限界	100
3.5.2.2	樹木の破断強度と胸高直径の関係	102
3.5.3	樹木の破壊形態に応じた破壊特性試験	105
3.5.3.1	樹木の載荷，破断実験	105
3.5.3.2	引き倒し試験	106
	文献	108

## 第4章 海岸林の津波減衰効果—数値計算による検証— 113

4.1 熱帯性海岸樹木の減衰効果 . . . . .	113
4.1.1 樹林帯の幅が海岸林の津波減衰効果に及ぼす影響 . . . . .	113
4.1.1.1 海岸林がない条件 . . . . .	114
4.1.1.2 海岸林を設置した条件 . . . . .	115
4.1.2 林帯の厚みが津波低減効果に与える影響 . . . . .	115
4.1.3 樹種によらない津波低減効果の評価 . . . . .	116
4.2 海岸樹木の破壊による津波力低減効果の変化 . . . . .	117
4.3 海岸林周辺における津波の挙動 . . . . .	118
4.3.1 樹林切れ間の影響 . . . . .	118
4.3.2 海岸林のアスペクト比の影響 . . . . .	119
4.3.3 海岸林の高潮減災効果 . . . . .	121
4.3.4 人工構造物と海岸林の組み合わせによる減災効果 . . . . .	123
4.3.4.1 海岸堤防と海岸林 . . . . .	123
1) 海岸樹木が折れない規模の津波の場合 . . . . .	123
2) 海岸樹木が折れる規模の津波の場合 . . . . .	124
4.3.4.2 二線堤と海岸林 . . . . .	125
4.3.5 津波の河川遡上と海岸林の効果 . . . . .	125
4.4 東北地方太平洋沖地震津波における海岸林の減衰効果 . . . . .	126
4.4.1 海岸林の胸高直径の影響 . . . . .	126
4.4.2 海岸林の家屋被害低減効果 . . . . .	127
文献 . . . . .	132

## 第5章 海岸林の造成とその事例 135

5.1 海岸クロマツ林の造成 . . . . .	135
5.1.1 海岸林の構造 . . . . .	135
5.1.1.1 林帯は発生した砂を止められない . . . . .	135
5.1.1.2 砂草帯の役割 . . . . .	136
5.1.1.3 前砂丘の役割 . . . . .	137
5.1.1.4 林帯の役割 . . . . .	137
★コラム9 海岸林が抑えていた地吹雪 . . . . .	137
5.1.2 海岸林の造成 . . . . .	139
5.1.2.1 整地と前砂丘の造成 . . . . .	140
5.1.2.2 表土の被覆, 砂草の導入 . . . . .	142

5.1.2.3	クロマツの植栽	142
1)	強風対策	142
2)	乾燥対策	143
3)	苗齢	144
4)	植栽本数	144
5)	植栽樹種	144
5.1.3	海岸林の維持管理	144
5.1.3.1	本数調整の必要性	145
5.1.3.2	前砂丘の維持管理	146
5.1.3.3	侵入広葉樹の取り扱い	147
	★コラム 10 防潮林造林上の技術案	149
5.2	熱帯アジアでの防災林造成	151
5.2.1	マングローブ林の造成	151
5.2.2	熱帯海岸林の造成（スリランカの事例）	153
5.2.2.1	パイロットプロジェクト	153
5.2.2.2	海岸林の管理	154
5.3	熱帯林の再生	155
	文献	156

## 第6章 伝統的な土地利用にみるバイオシールド 159

6.1	バイオシールドの役割	159
6.2	沿岸開発とバイオシールドの喪失	159
6.2.1	沿岸開発	159
6.2.1.1	戦争と植民地支配	160
6.2.1.2	生産地への転用	160
6.2.1.3	自然緩衝帯の利用，転用	161
6.2.1.4	海岸林の開発	163
6.2.1.5	レクリエーション利用	164
6.2.2	地球温暖化と沿岸侵食	165
6.2.2.1	熱帯アジアの沿岸・河岸侵食	165
6.2.2.2	オランダのデルタ計画	166
6.2.2.3	台風，ハリケーン，サイクロン	166
6.3	バイオシールドとしての樹林	168
6.3.1	バイオシールドの救命効果	168
	★コラム 11 バイオシールドと地球温暖化	169

目次	xi
6.3.2 バイオシールドとしての屋敷林	170
6.4 防災ランドデザイン	173
6.4.1 避難地としての寺社	173
6.4.2 熱帯アジアの伝統的土地利用	174
6.4.3 ラグーン湿地，マングローブの保全	175
6.4.4 沿岸都市のランドデザイン	176
6.4.4.1 ハワイ	176
6.4.4.2 モルディブ	178
文献	178

## 第7章 バイオシールド，新たな提案 181

7.1 東日本大震災後の防災計画	181
7.1.1 土木学会	182
7.1.2 林野庁	182
7.1.2.1 海岸林再生の基本方針	182
7.1.2.2 林帯の構造・配置	183
1) 林帯の配置	183
2) 生育基盤の造成	183
3) 人工盛土の造成	183
4) 森林の構成	183
5) 緑化体制の整備	184
★コラム 12 昭和三陸地震津波後の対策（震災予防評議会）	184
7.2 海岸防災林を中心としたバイオシールド，新たな提案	186
7.2.1 再生の森にみる	187
7.2.2 海岸林の自然分布からみる	187
7.2.2.1 東北地方以南の温暖地（A：常緑広葉樹林域）	187
7.2.2.2 東北地方以北の寒冷地（B：夏緑広葉樹林域）	187
7.2.3 海岸林の樹木配置と密度	190
7.2.4 海岸林の構造—構成樹種の組み合わせ—	190
7.2.4.1 針葉樹単一	190
7.2.4.2 針葉樹と夏緑広葉樹	191
7.2.4.3 針葉樹と常緑広葉樹	191
7.2.4.4 多種常緑広葉樹	191
7.2.5 樹林配置	191
7.2.6 苗木の確保	192

7.2.7	海岸林の奥行きと厚み . . . . .	193
7.2.8	多重防防御のバイオシールド —海岸林と他樹林との組み合わせ— . . . . .	193
7.2.9	海岸林と防災構造物の併設 . . . . .	194
7.2.9.1	海岸砂丘の比高 . . . . .	194
7.2.9.2	盛土構造物と海岸林の配置 . . . . .	195
7.2.9.3	防潮堤と海岸林の配置 . . . . .	195
7.3	バイオシールドを備えた沿岸ランドデザイン . . . . .	196
7.3.1	仙台平野を例としたランドデザイン . . . . .	196
7.3.2	熱帯アジアを例としたランドデザイン . . . . .	197
7.3.3	ラグーン, 湿地域のランドデザイン . . . . .	198
7.3.4	海岸林の管理 . . . . .	198
7.3.5	資源としての浜と人々との共存の仕組み . . . . .	199
	文献 . . . . .	200