

松枯れ発生地域におけるクロマツ海岸林の 樹種転換のためのゾーニングの試案 —クロマツ樹高を指標にした侵入樹種の適切な選択—

島田和則^{1*}・後藤義明¹・萩野裕章²・鈴木 覚¹・野口宏典¹・坂本知己¹

Tentative zoning plan for alternative species to *Pinus thunbergii* in coastal forests in which pine wilt is prevalent: Using the height of *P. thunbergii* as an index

Kazunori Shimada^{1*}, Yoshiaki Goto¹, Hiroaki Hagino², Satoru Suzuki¹, Hironori Noguchi¹ and Tomoki Sakamoto¹

Abstract: Possible use of alternative broadleaf trees to *Pinus thunbergii* is examined as one method to reduce the cost for the control of pine wilt in *P. thunbergii* coastal forests in Japan. However, tree species that are tolerant to the severe coastal environment and have as large a maximum tree height as *P. thunbergii* are unknown. Therefore, to retain canopy height, constructing a coastal forest from a single tree species other than *P. thunbergii* is not possible. Hence, dividing the site into zones of tolerance to the severe environment and choosing appropriate trees with high tree height for each zone was necessary. Then, species with the necessary characteristics for zoning were arranged based on site investigation and a literature search. Tree height of *P. thunbergii* was also used as an index for the zoning, in which geographical and surrounding features of the site were not controlled. As a result, finding tree species suitable for each zone was possible based on the existing height of *P. thunbergii* trees.

1 はじめに

広く造成されている海岸防災林は、クロマツの純林が大半である。しかしわが国のマツ林では、マツ材線虫病の被害が進行しているため(近田, 2001), 防除をしないと維持が難しい状況にある。防除にはコストがかかり、また住宅地や農地に接しているところでは薬剤散布が困難な場合もある。そこで、防災機能を維持しつつ防除にかかる負担を軽減する策の一つとして、広葉樹などへの樹種転換が考えられる(伊藤, 1999; 八神, 2005; 武田・金子, 2007; 津田ら, 2008 など)。実際、広葉樹の海岸林は各地で知られている(斎藤, 1984; 和田・白沢, 1998; 田村ら, 1999; 伊藤, 2006; 小平, 2009 など)。

また、従来クロマツ海岸林は生活燃料や肥料を得るために林床の下刈りや落葉採取が行われていたが、燃料革命以降は管理の停止によって、自然侵入した樹種が生育・混交しているクロマツ海岸林が増えてきた(Taoda, 1988; 近田ら, 1996; 山中ら, 2005)。クロマツ海岸林に自然侵

入した広葉樹の取り扱いについて適正な指針は示されていないが、これら自然侵入した広葉樹等をうまく活用し樹種転換を図れば、マツ材線虫病の防除の負担を軽減できる林分に誘導できる可能性がある。

ところが樹種転換にあたって、クロマツのように強い潮風や埋砂など海岸の厳しい環境下でも生育でき、かつ最大樹高が大きい樹種は他に知られてなく、実際海岸林は汀線から内陸に向かって環境に対応して樹種が交代している(品田, 1996 など)。従ってクロマツ林を広葉樹等に置き換える場合、単一樹種で同じ条件の海岸防災林をつくることは難しいので、潮風や埋砂等に対する耐性が重要なゾーンと、高い樹高が必要なゾーンとに現場を区分して、ゾーンごとに適切な樹種を選ぶ必要がある。しかし、汀線から内陸に向かった環境傾度は地形、方位、工作物の状況などによって変わるので、簡便で客観的な指標が求められる(坂本ら, 1984)。

そこで本研究は、クロマツ海岸林の広葉樹林化あるいは混交林化を目指して、すでに侵入している広葉樹の適正な取り扱いのために、汎用性のある基準でゾーニングを行い、ゾーンごとに適した樹種をあてはめて、自然侵入した樹種を活用可能かどうかについての指針をつくることを目的とした。

¹ 独立行政法人森林総合研究所

Forestry and Forest Products Research Institute, 1 Matsunosato, Tsukuba, Ibaraki 305-8687 Japan

² 独立行政法人森林総合研究所九州支所

Kyushu Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute, 4-11-16 Kurokami, Kumamoto, Kumamoto 860-0862 Japan

*Corresponding author: kshima@ffpri.affrc.go.jp

2 調査地と方法

2.1 汀線から同距離にあるクロマツと広葉樹の樹高比較

クロマツ林を広葉樹林に置き換えが可能かどうか、クロマツ林を広葉樹林化させた場合に同等の林冠高を維持できるかについて予想する場合、樹高を決定する要因である微地形、方位、風向・風速、飛砂の発生状況、土地利用や工作物などの状況は海岸ごとに異なる。樹種ごとの樹高は、上記のような環境傾度やその他様々な要因(地位、水分環境、気候など)で決まるので、単純に汀線から内陸に向かった距離に基づいて林冠高を予測することは難しい。そこで本研究では、地形や周辺状況に左右されない指標として、すでに生育してその場の限界樹高に達して

いるクロマツの樹高を用い、それに対して広葉樹がどのくらいの樹高に達しているかについて比較することで、クロマツから広葉樹に置き換えても防災機能を維持できるか評価することを試みた。すなわち、クロマツの樹高が海風環境下で制限を受けている場所で、クロマツ林内で林冠に達している広葉樹の樹高と、汀線から同距離のクロマツの樹高を対で測定した。この方法が適用できる場所を求め、現地調査を北海道檜山郡江差町の砂坂海岸林(調査地 1)、山形県酒田市浜中の庄内海岸(同 2)、新潟県胎内市の桃崎浜(同 3)、神奈川県藤沢市辻堂の湘南海岸砂防林(同 4)、愛知県田原市小塩津町～日出町の表浜海岸(同 5)で行った(図 1)。以上の調査地から得られたデータをもとに、クロマツの樹高を x 、広葉樹の樹高を y として、散布図を作成した。



図 1: 調査地位置図

- 1: 砂坂海岸林, 2: 庄内海岸, 3: 桃崎浜,
4: 湘南海岸砂防林, 5: 表浜海岸

2.2 海岸林に生育する樹種の種特性の検討

現地調査および文献調査をもとに、汀線側の厳しい環境下での潮風、潮水、堆砂、埋砂に対する耐性や、防災機能からみて重要な、種としての最大樹高について、樹種ごとに整理した。文献により記載内容に差異がある種は、著者らの未発表データ、信頼性の高い私信などあらゆる情報を参考に判断した。

3 結果と考察

3.1 汀線から同距離にあるクロマツ樹高に対する広葉樹樹高

汀線から同距離にあるクロマツと広葉樹の樹高を比較すると、クロマツの樹高が低いところも高いところも、対応する樹高をもった広葉樹があるが、クロマツの樹高が高くなるにつれて対応する樹種が替わっていることがわかった(図

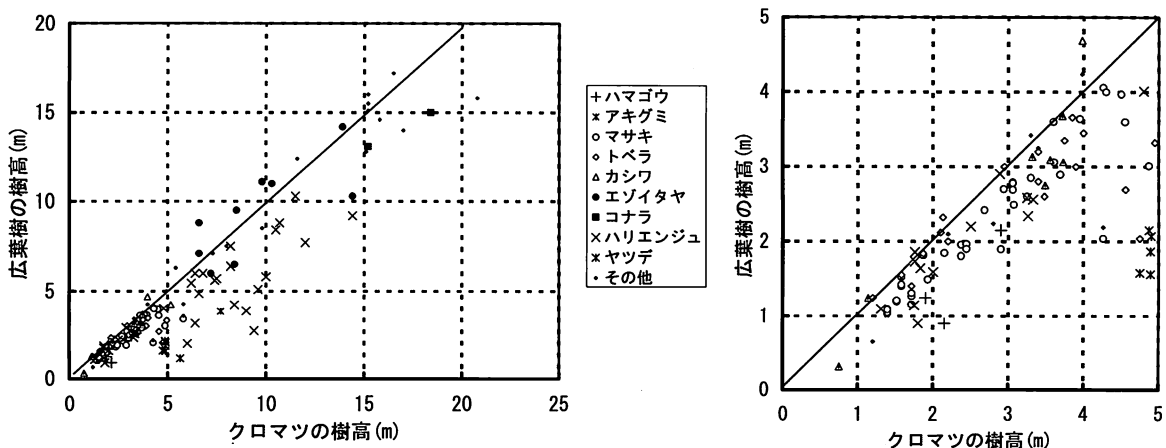


図 2: 汀線から同距離のクロマツの樹高に対する広葉樹の樹高

左: 全体図 右: 樹高 5m までを拡大

2). この図は調査した 5 箇所のデータをすべて使い地域性は考慮していないが、調査地 1~3 の日本海側ではカシワやエゾイタヤなどが多く、カシワは汀線に近いクロマツ樹高 5m 以下の部分からみられ、エゾイタヤは汀線に近い部分ではみられないものの樹高 5m 以上の部分でクロマツと同等以上の樹高を示した。調査地 4~5 の太平洋側ではハマゴウ、トベラ、マサキ、ヤツデなどが多かった。ハマゴウ、トベラ、マサキは汀線に近い部分で多くみられたが、樹高 5m 以上の部分ではみられなかった。ヤツデは最大樹高が低く、しかもクロマツ樹高が 4m 以下の汀線側の部分ではみられなかった。アキグミ、コナラと外来のハリエンジュは太平洋側でも日本海側でもみられた。

また、ハリエンジュは、同じクロマツ樹高でも対応する樹高が大きくばらついたが、これは汀線側に樹木または工作物等がないと樹高が高くなれないからである(島田ら, 2009)。

3.2 海岸林に生育する樹種の種特性の整理

現地調査および文献調査をもとに、汀線側の厳しい環境下での潮風、潮水、堆砂、埋砂に対する耐性や、最大樹高など樹種ごとの種特性を検討した。まず、既存の文献から、耐潮風(塩風)性(倉内, 1971; 本間, 1976; 宮田, 1984; 津田ら, 2008), 塩害発生率(清水, 2005), 台風後の被害(谷口, 1954), 葉の耐性(倉内, 1956), 耐塩水性(堀江, 1966; 宮田 1984), 津波による塩浸水被害(中野ら, 1962), 土壤中塩分耐性(本間, 1976) に関する評価結果を参照し、潮風や潮水に対する耐性を判断した。また、堆砂や埋砂に対する耐性は、長澤ら(1975), 長澤・高木(1976), 青沼(1977)に基づき判断した。種としての最大

樹高については、倉田(1964, 1971, 1973, 1976), 日本林業技術協会編(1968), 竹内(1975), 沼田・吉沢編(1975), 浅野・桑原編(1990), 谷本(1990)から判断した。これらから、海岸での耐性を A (最前縁で耐性がある), B(最前縁で耐性はないが、汀線側に樹木または工作物等があれば生育する), C(海岸で生育困難)の 3 ランクに、到達しうる種としての最大樹高を 5 ランクに整理した(表 1)。なお、表 1 には外来種は含めていないが、地域性は考慮していない。

表 1 に示したように、最前縁で耐性があるランク A でかつ最大樹高が 20m 以上のランク V の樹種(以下 A-V のように表記する)はクロマツ以外確認できなかった。また最大樹高区分がもっとも低いランク I でかつ最前縁での耐性がないランク B の樹種(B-I)や、そもそも海岸で生育困難なランク C の樹種は、周辺からの逸出で林内に実生が発生しても、その後の生育が期待できないので、海岸防災林をつくる目的で育成する優先度は低いと考えられる。

3.3 クロマツ樹高を指標としたゾーニングの試み

地形や周辺状況に左右されないゾーニングの指標として現状のクロマツの樹高を用い、クロマツ海岸林を汀線側から内陸に向かって区分し、ゾーンごとに表 1 で整理した樹種をあてはめるゾーニングを試みた(図 3)。

表 1 でランク A の樹種は、すべて最前縁からクロマツとの置き換えは可能であると考えられた。うち A-I の樹種はクロマツの樹高が 2m までの範囲、A-II は 5m までと、最大樹高区分に基づいて内陸側の置き換え可能範囲が判断された。ランク B の樹種も内陸側の置き換え可能範

表 1: ゾーニングのための樹種区分の試案

斜体は針葉樹, 他は広葉樹. グレーの部分の樹種は, 海岸防災林をつくる上で, 残す優先度は低い. この表には地域性は反映していない.

海岸での耐性		A: 最前縁で耐性がある	B: 最前縁で耐性はないが、海側に樹木または工作物等があれば生育する	C: 海岸で生育困難	
最大樹高区分	I	2m	マルバグミ, クコ, ハマナス, ハマゴウ, <i>ハイネズ</i>	ヤツデ, ガクアジサイ	キハギ, ノイバラ, ヤマハギ
	II	5m	オオバマサキ, シャリンバイ, トベラ, ハマヒサカキ, マサキ, マルバシャリンバイ, アキグミ	アズマネザサ, オオバイボタ, ネズミモチ	カマツカ, ニシキギ, ニワトコ
	III	10m	ウバメガシ	サンゴジュ, ヒメユズリハ, ヤブツバキ, ネムノキ	ヒイラギ
	IV	15m	カシワ, <i>ビャクシン</i>	モッコク, カクレミノ, シロダモ, ヒサカキ, ユズリハ, アカメガシワ	
	V	20m以上	クロマツ	アカガシ, クロガネモチ, スダジイ, タブノキ, モチノキ, オオシマザクラ, エゾイタヤ, エノキ, コナラ, ハリギリ, ミズナラ, ヤチダモ(湿性地), ヤマザクラ, アカエゾマツ, アカマツ, トドマツ	ヤマモミジ, コブシ, シラカシ, スギ, ヒノキ, モミ

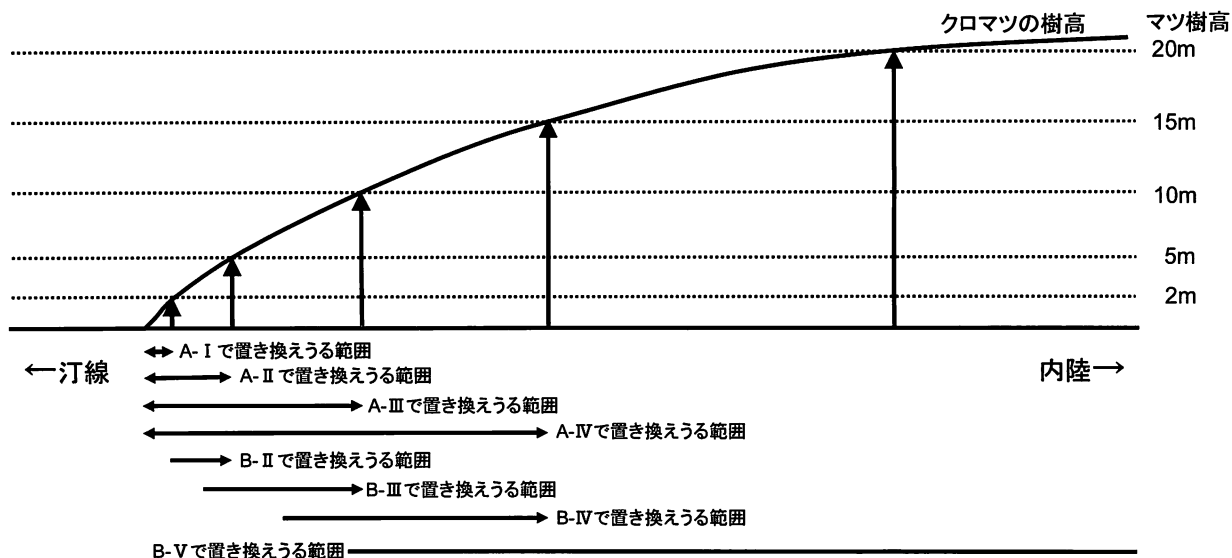


図 3:ゾーニングの試案

囲の考え方は同じである。ランク B については、汀線側の置き換え可能範囲の限界が明瞭に線引きできないが、最大樹高区分が 1 ランク小さいランク A の樹種より内陸側から適用することが安全であると思われる。しかし、どこまでが汀線側の限界かについてはさらに検証する必要がある、今後の課題である。

4 本結果の適用と限界

今回提示した樹種区分とゾーニングの試案は、海岸林に侵入した広葉樹のうち、残して活用する樹種の選択基準を具体的に示すものである。現段階では試案であり十分なものではなく、以下のような留意点や課題が残されている。まず、地域性は考慮していないので、これを現場に適用する場合は、この中から対象地域の自生種を選び、潜在植生(林田・大谷, 1999)や目標林型(和田・白沢, 1998; 伊藤, 2006; 小平, 2009)を想定して選木する必要があり、現在問題となっている外来種や国内外来種は活用すべきではない。

また、実際に現地に適応する際には、種特性のうち、今回検討した汀線側の厳しい環境での耐性や最大樹高以外の特性(初期生長, 耐陰性など)の異なる複数の種を混在させる場合の組み合わせなども考慮すべきである。例えば、樹冠内を暗くする常緑樹と耐陰性の低い落葉樹を組み合わせさせて育成しようとしても、自然状態にまかせると初期には混交していても年々常緑樹が卓越し落葉樹は減少していく(島田・勝木, 2009)。想定した目標林型をつくるためには、活用する

樹種の種特性や、将来予想される樹木の動態を織り込んだ施業(松井ら, 1992)が必要であるが、本研究では検討していないので今後の課題である。

5 謝辞

本研究にあたっては、神奈川県藤沢土木事務所なぎさ港湾課の栗林弘樹氏、新潟県新潟地域振興局の佐藤利治氏及び菅井和栄氏、新潟県森林研究所の武田 宏氏、庄内森林管理署の宍戸昭吾氏及び本城谷貴広氏、檜山森林管理署の松永哲氏、愛知県東三河農林水産事務所の西崎生二氏、石川県林業試験場の八神徳彦氏及び小谷二郎氏、茨城県林業技術センターの山口晶子氏及び津田裕司氏、千葉県農林総合研究センター森林研究所の小平哲夫氏及び野原咲枝氏にご協力や貴重な情報を頂きました。厚く御礼申し上げます。

なお本研究は、独立行政法人森林総合研究所エンカレッジモデルによる研究支援を受けた。

引用文献

- [1] 青沼和夫 (1977): 京葉臨海埋立地における樹木植栽に関する試験(VII)―富浦町における砂浜に広葉樹導入の試み―, 千葉県林業試験場報告, 1, pp.1-5.
- [2] 浅野貞夫・桑原義晴編 (1990): 日本山野草・樹木生態図鑑 シダ類・裸子植物・被子植物(離弁花)編, 664pp., 全国農村教育協会, 東京.
- [3] 林田光祐・大谷博彌 (1999) 潜在植生の分布パターン, 日本海沿岸北部海岸林の潜在植生導入による保全技術, 218pp., pp.97-104.

- [4] 本間 啓 (1976): 特殊環境地の植物, 遺伝, 30(2), pp.41-46.
- [5] 堀江保夫 (1966): 植物の耐塩水性(2)―防潮林構成植物選定のための実験, 林業試験場研究報告, 186, pp.113-133.
- [6] 伊藤 聡 (1999): 多様な樹種による海岸防災林造成方法の研究(I)―海岸防災林の造成に関する植栽樹種の初期生長特性―, 山形県森林研究研修センター研究報告, 27, pp.5-10.
- [7] 伊藤 聡 (2006): 山形県の海岸丘陵地帯における広葉樹林復元の目標林型, 山形県森林研究研修センター研究報告, 30, pp.21-27.
- [8] 小平哲夫 (2009): 千葉県九十九里浜におけるマツ材線虫病により枯れが進んだクロマツ海岸防災林の目標林型の検討, 第 61 回日本森林学会関東支部大会講演要旨集, pp.40.
- [9] 近田文弘 (2001): 日本の海岸林の現状と機能, 海岸林学会誌, 1, pp.1-4.
- [10] 近田文弘・伊藤忠夫・西川 肇 (1996): 沼津市千本松原海岸林の動態 I. 海岸林の概要とベルトトランセクトによる植生調査, 国立科学博物館研究報告 B 類(植物学), 22:pp.77-85.
- [11] 倉田 悟 (1964): 原色日本林業樹木図鑑第 1 巻, 331pp., 地球出版, 東京.
- [12] 倉田 悟 (1971): 原色日本林業樹木図鑑第 3 巻, 259pp., 地球出版, 東京.
- [13] 倉田 悟 (1973): 原色日本林業樹木図鑑第 4 巻, 223pp., 地球出版, 東京.
- [14] 倉田 悟 (1976): 原色日本林業樹木図鑑第 5 巻, 238pp., 地球出版, 東京.
- [15] 倉内一二 (1956): 塩風害と海岸林, 日本生態学会誌, 5, pp.123-127.
- [16] 倉内一二 (1971): 伊勢湾台風の被害と回復、10 年間の変化―塩風害と海岸林 6―, 愛知の植物 1971, pp.107-118.
- [17] 松井光瑠・内田方彬・谷本丈夫・北村昌美 (1992): 大都会につくられた森―明治神宮の森に学ぶ―, 143pp., 第一プランニングセンター, 東京.
- [18] 宮田弘明 (1984): 高知県林業試験場研究報告, 12, pp.65-87.
- [19] 長澤 喬・末 勝海・中島勇喜・高木正城 (1975): 堆砂がクロマツの生長におよぼす影響 (I), 日本林学会大会講演集, 86, pp. .
- [20] 長澤 喬・高木正城 (1976): 堆砂埋砂がマサキの生長におよぼす影響, 砂丘研究, 22(2), pp.11-13.
- [21] 中野秀章・高橋啓二・高橋敏男・森沢万佐男 (1962): 岩手・宮城両県下防潮林のチリ地震津波時における実態・効果と今後のあり方, 林業試験場研究報告, 141, pp.1-83.
- [22] 日本林業技術協会編 (1968): 原色日本林業樹木図鑑第 2 巻, 265pp., 地球出版, 東京.
- [23] 沼田 真・吉沢長人編 (1975) 新版・日本原色雑草図鑑, 414pp., 全国農村教育協会, 東京.
- [24] 斎藤新一郎 (1984): 寒冷地方の海岸平野における防災林の造成方法に関する研究, 北海道林業試験場研究報告, 22, pp.131-235.
- [25] 坂本知己・増田久夫・齋藤武史 (1984): イタヤカエデ梢頭の枯死現象―石狩海岸林の事例―, 緑化工技術, 10(3), pp.16-22.
- [26] 島田和則・勝木俊雄 (2009): 人工林の気象害跡地における微地形に対応した森林群落の再生過程, 森林立地, 51, pp.93-103.
- [27] 島田和則・坂本知己・後藤義明 (2009): 新潟県下越地方の海岸林におけるクロマツとハリエンジュの樹高比較, 関東森林研究, 60, pp.187-190.
- [28] 清水 一 (2005): 海岸地域に適した緑化樹選び(II)―塩風で枯れやすい樹種と枯れにくい樹種―, 光珠内季報, 140, pp.9-13.
- [29] 品田 泰 (1996): 海岸緑化技術の検討―自然海岸林の耐潮風構造, 農業電化, 49(12), pp.11-16.
- [30] 武田 宏・金子岳夫 (2007): 海岸防災林における常緑広葉樹の植栽成績, 新潟県森林研究所研究報告 1, 48, pp.103-114.
- [31] 竹内 亮 (1975): 図説・広葉樹の見分け方―葉形の見分けによる―, 249pp., 農林出版, 東京.
- [32] Taoda, H. (1988): Succession of *Pinus thunbergii* forest on coastal dunes, Hihotsuba Coast, Kyushu, Japan, *Hikobia*, 10, pp.119-128.
- [33] 田村和也・服部 保・高比良響 (1999): 海岸性カシワ林・ニレ科林の地理的分布, 人と自然, 10, pp.49-60.
- [34] 谷口森俊 (1954): 台風 13 号及び異常高潮に依る植物の被害調査報告, 植物生態学会報, 3, pp.282-289.
- [35] 谷本丈夫 (1990): 森林からのメッセージ⑤広葉樹施業の生態学, 245pp., 総文, 東京.
- [36] 津田裕司・細田浩司・横堀 誠 (2008): マツ材線虫病に強い海岸林の造成に関する研究―針広混交林化に適する樹種と苗木植栽前の土壌改良―, 茨城県林業技術センター研究報告, 28, pp.1-30.
- [37] 和田 寛・白沢芳一 (1998): 秋田県における海岸広葉樹林の林分構造, 東北森林学会誌, 3(2), pp.9-12.
- [38] 八神徳彦 (2005): 石川県における海岸林植生と樹種転換に適した樹種の選定, 石川県林業

試験場研究, 37, pp.1-8.

- [39] 山中典和・川崎絵里子・玉井重信 (2005):
鳥取県における海岸クロマツ林の林分構造

と広葉樹の侵入状況, 森林応用研究, 14,
pp.27-33.

[受付 平成22年3月30日, 受理 平成22年6月20日]