

森林資源モニタリング調査データを用いた新潟県の森林モニタリング

千木良雄¹・村上拓彦^{1*}

(平成25年2月15日受付)

要約

森林資源モニタリング調査第1期、第2期のデータを用いて新潟県の森林の実態を把握する解析を行った。今回、優占樹種、スギ人工林の収量比数、マツ枯れの動態、ナラ枯れの動態についてとりまとめた。優占樹種は各プロットの胸高断面積割合によって決定した。収量比数は平均直径から上層樹高を推定するモデル式を用いて算出した。マツ枯れについて、松くい虫被害の有無データおよびマツ枯損本数のデータを地域別、標高別に集計した。ナラ枯れについて、ナラ類の本数を集計して、第1期、第2期と比較した。優占樹種の解析から、スギ、アカマツ、コナラ、ミズナラ、ヤマモミジ、ブナなどで構成される林分が新潟県で多くみられることが分かった。スギ人工林の収量比数は、第1期ではプロット数のピークが0.6~0.7であるのに対して、第2期では0.7~0.8に移行していた。マツ枯れ被害は、上越地域から中越地域へと被害地域が移行したことが、また高標高帯へ拡大したことが示された。ナラ類の本数は、県内全地域で減少していた。標高別では、600mまでナラ類の本数が減少していた。本論において、森林資源モニタリング調査データから、新潟県の森林の実態の一部分を把握することができた。

新大農研報, 65(2):187-193, 2013

キーワード：森林資源モニタリング調査、優占樹種、収量比数、マツ枯れ、ナラ枯れ

これまで我が国では、主に森林簿を用いて個々の森林の現況を積み上げることにより森林資源を把握してきた(大西、1995)。しかし、森林簿にはモニタリング機能(個々の森林の実態や変化を正確に汲み上げ、映し出す機能)がないことに加え、標高、土壌、降水量等の環境情報や動植物の分布などの自然情報が不足しており、森林簿の情報のみではモニトリオール・プロセスの基準と指標を満たすには不十分である(白石、1999)。これに対して、フィンランドやスウェーデン、アメリカ、中国などでは以前より国家規模の森林資源調査(National Forest Inventory: 以下、NFI)が実施されている。各国のNFIはそのほとんどが固定されたプロットを定期的に再測するものであるが、フィンランドではΓ型のトラクト、アメリカではクラスタープロットを採用するなど、プロット的设计や調査項目などはそれぞれに違いがある(西川、2004)。こうしたことを背景として、より正確かつ多様な森林データを収集するために、我が国においても1999年度より森林資源モニタリング調査(以下、モニタリング調査)が実施されるようになった。モニタリング調査では、4km間隔の調査点を5年毎に再測するシステムティックサンプリング手法を採用している。我が国では、これまでも国有林森林生産力調査(1970)や全国広葉樹賦存量調査(1981-1985)など全国規模の森林調査が行われてきたが(吉田、2008)、それらはモニタリング調査のように継続性を持つものではなかった。したがってモニタリング調査は、我が国初の継続的かつ多面的な森林調査である(白石、1999)。なお、モニタリング調査は2010年度から森林生態系多様性基礎調査と名称が変更されたが、本論では名称変更前のデータを扱うため、「(森林資源)モニタリング調査」と呼称する。

モニタリング調査は、森林の状態とその変化の動向を全国レベルで把握することを目的としているが、そのデータをより小規模なスケールで活用する試みもなされている(例えば、後藤ら、2001; 前田ら、2003、2004; 玉城ら、2008)。しかし、新

潟県を対象とした研究や、第1期と第2期の結果を比較した研究は少ない。そこで、新潟県の森林における第1期と第2期両方の結果を用い、地域レベルでのモニタリング調査データの利用可能性を検討することを考えた。新潟県は本州中部の日本海側に位置し、積雪量の多さなど独特な気候風土を有する。またそのために、林業の面においては人工林率が全国平均と比べ低い(新潟県農林水産部林政課・治山課、2011)。加えて、モニタリング調査は同一点のデータを継続して取得することに大きな特徴がある。これらのことから、対象地を新潟県とすること、さらに2期分のデータを利用することは重要な視点であると考えられる。

現在、我が国では拡大造林期に植栽された人工林が成長し、森林資源の蓄積は増加傾向にある(林野庁、2011)。一方で、マツ枯れやナラ枯れ、獣害、間伐遅れなどが発生している森林では、森林の多面的機能の低下が懸念される。このような全国的な状況を踏まえ、新潟県の森林において、どのような実態がみられるかモニタリング調査データを解析した。解析した項目は、調査プロットの優占樹種、スギ人工林の収量比数、マツ枯れの動態、ナラ枯れの動態の計4項目である。

森林資源モニタリング調査の概要

モニタリング調査は、日本全国に4km間隔で想定された格子線の交点のうち、森林に該当する地点を調査対象地とする系統的標本抽出調査である。対象地には大中小の3つの同心円からなる円形プロットが設定される。面積は大円が0.10ha、中円が0.04ha、小円が0.01haであり、調査項目に違いがある。立木調査は、大円では胸高直径18cm以上、中円では胸高直径5cm以上、小円では胸高直径1cm以上の立木に対して行われる。また、全体の5分の1のプロット(格子点IDが5の倍数のプロット)が特定調査プロットに指定されており、倒木調査を実施することに加え伐根調査の方法が異なる。モニタリング調査

¹ 新潟大学大学院自然科学研究科

* 代表著者: muratac@agr.niigata-u.ac.jp

表1. 森林資源モニタリング調査結果として使用できる項目

| 項目 | 内容 |
|---------|-----------------------------|
| 区域 | 広域流域、森林計画区、格子点ID |
| 調査実施状況 | 調査実施日、到達不可能な理由、林分分割数など |
| 地況調査 | 標高、斜面方位、斜面傾斜、表層地質、車道からの距離など |
| 森林被害調査 | 病虫害、気象害、獣害の有無情報 |
| 資料調査 | 森林簿上の林種、林齢、施業履歴など |
| 立木調査の集計 | 蓄積、収量比数、立木被害、種の多様度など |
| 伐根調査の集計 | 伐根数 |
| 倒木調査の集計 | 倒木体積、倒木本数 |
| 植生調査の集計 | 出現種数、希少種情報、植被率など |
| 単一点の詳細 | 各プロットの立木の樹種、本数、胸高直径、推定樹高など |

では全プロットを5年間かけて調査しており、1999年度から2003年度までが第1期、2004年度から2008年度までが第2期となっている。これらモニタリング調査の説明については、森林資源モニタリング調査実施マニュアル（林野庁計画課、2009）に詳しい。

方法

本研究では、第1期、第2期の新潟県内民有林の森林資源モニタリング調査データを使用した。今回使用したのは、「森林資源モニタリング調査データ解析プログラム 2008年度版」を通して出力した一次集計データである。プログラムに入力されている調査データの項目を表1に示す。なお、現地調査が実施されたプロット数は、第1期304点、第2期319点であった。

優占樹種について、胸高断面積割合の最も高い樹種をプロット毎に算出し優占樹種とした。モニタリング調査データに「材積最大の樹種」という項目は存在するが、本論では各プロットの詳細データにおける調査立木の胸高直径の値を用いて、樹種別の胸高断面積割合を算出した。

スギ人工林の収量比数 (R_y) を算出した。 R_y は最多密度のときの林分材積に対する現実林分材積の比であり、林分密度の指標となる。理論上は0.0から1.0の値をとるが、超過密林分においては R_y が1.0を超えることが報告されている（近藤、1998；北原、2006）。本研究では、裏東北・北陸地方のスギ林分密度管理図で用いられているパラメータを利用して R_y を算出した。ここで、 R_y を求めるためには上層樹高の値が必要となるが、モニタリング調査データから樹高の詳細を知ることはできない。そこで、新潟県の収穫予想表（新潟県農林水産部治山課、1980；以下、収穫表）を作成した際に用いられた現地調査データ167点に、新潟県で2003年に実施された高齢級スギ人工林実態調査のデータ100点を加えた計267点分のデータを利用して下記の平均樹高と上層樹高の関係式を導き、モニタリング調査プロットの平均樹高を用いて上層樹高を推定した。

$$Ht = 1.0012H^{1.0481} \quad (R^2 = 0.9461) \quad (1)$$

ここで、 Ht は上層樹高、 H は平均樹高である。

マツ枯れの動態に関して、モニタリング調査データ内に松く

い虫被害の有無データおよびマツ枯損本数のデータが存在するので、それらのデータをもとに解析した。

ナラ枯れについて、被害の有無データは存在するが、マツ枯損本数のように被害木の数が直接的に分かるデータはない。そこで、第1期と第2期のナラ類 ha 当たり本数の合計を比較し、その増減から動態を探っていくことにした。ここで、ナラ類とは本州日本海側で枯死が報告されているブナ科コナラ属の樹種のうち、モニタリング調査で確認されたコナラ、ミズナラ、クスギのことを指す。

結果と考察

優占樹種

モニタリング調査データから決定した優占樹種別のプロット数を図1に示す。なお、モニタリング調査の結果から優占樹種として挙げたものは針葉樹6種、広葉樹36種の計42種であったが、本論では5プロット未満の樹種は「その他」としてまとめた。モニタリング調査データの優占樹種構成（図1）から、新潟県の森林はスギ、アカマツ、コナラ、ミズナラ、ヤマモミジ、ブナなどで構成される林分が多いことが分かった。ただし、これは代表的な樹種が特定できた場合であって、その他にここでは名前が明示されていない多様な広葉樹が存在する。それらをふまえると多種多様な広葉樹が優占している林分が存在するという解釈の方が妥当である。スギやアカマツが針葉樹の主要な構成樹種であることは森林簿から伺うことはできるが、森林簿では広葉樹のほとんどが「その他広葉樹」と記載されており、モニタリング調査データを用いることでより樹種構成の実態を把握することができた点は注目すべき点である。なお、図1にタニウツギが6プロット入っているが、これらのプロットのデータを調べると平均樹高は2.2～4.8m、材積は0.4～62.8m³であり、更新初期のような林分に該当するものと推察された。

スギ人工林の収量比数

スギ人工林の収量比数 (R_y) を階級別に示したのが図2である。第1期ではプロット数のピークが0.6～0.7であるのに対して、第2期では0.7～0.8に移行していた。密度管理図では R_y を0.6～0.9程度に管理するのがよいとされているので、

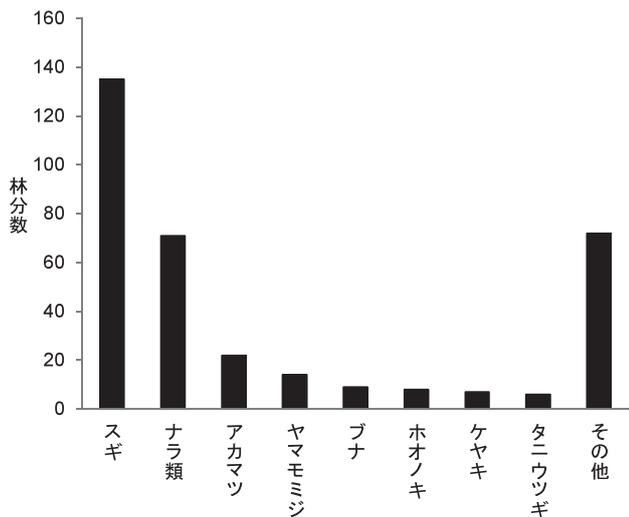


図1. 優占樹種別プロット数。5プロット未満の樹種は「その他」としてまとめた。

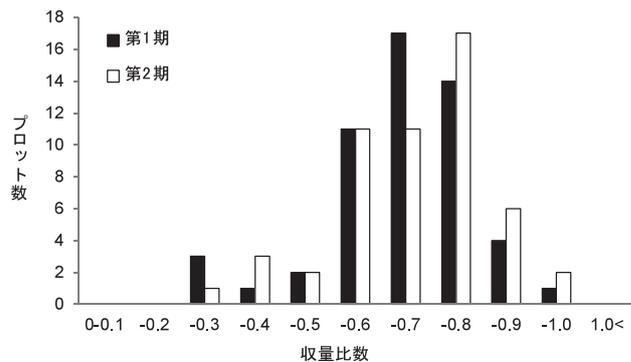


図2. スギ人工林の収量比数の階級別分布

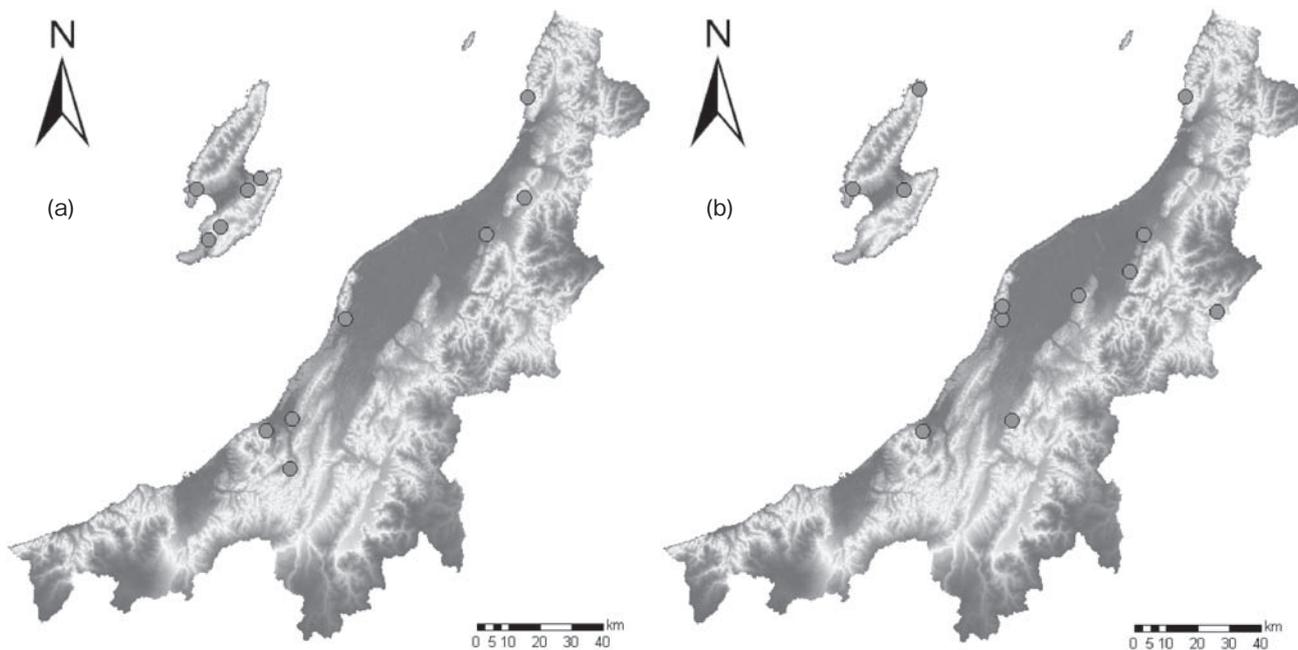


図3. 松くい虫被害確認プロットの位置。(a) 第1期、(b) 第2期

多くのプロットはその範囲に収まっているが、今後過密林分が増加していくおそれがある。さらに、新潟県の特徴を考慮したとき、豪雪地帯では R_y を抑えて立木の形状比を大きくする必要がありと考えられ、そのような地域では間伐遅れ林分が雪害を受けないよう適切な密度管理を行うことがより一層重要となってくると思われる。

マツ枯れの動態

マツ枯れ被害が確認された第1期、第2期のプロット分布図を図3に示す。また、マツの全本数と枯損木の本数、そして枯

損割合を地域別、標高帯別にまとめたのが表2、3である。第1期と第2期のマツ枯れ被害プロットの分布を比較すると、全体のプロット数に変化はないが、第2期の方が北部に分布は移行していた。表2からは、今のところ下越地域が最も枯損割合が低いことや、中越地域では第1期に比べ第2期の方が枯損割合が高いことが分かる。これは、上越地域から中越地域へと被害地域が移行したことを反映している可能性がある。さらに表3をみると、300m以上の地域に存在するプロットにおいて枯損割合が増加しており、高標高帯への分布拡大が示唆された。ただし、ここに示した数値はマツ枯れ被害による枯損とは限ら

表2. 地域別にみたマツ枯損本数と枯損割合。(a) 第1期、(b) 第2期

| (a) | | | | |
|-----|-------|--------|------|----------|
| 地域 | プロット数 | マツ本数合計 | 枯損本数 | 枯損割合 (%) |
| 上越 | 11 | 24 | 10 | 41.7 |
| 中越 | 20 | 95 | 42 | 44.2 |
| 下越 | 23 | 341 | 46 | 13.5 |
| 佐渡 | 14 | 166 | 82 | 49.4 |
| 計 | 68 | 626 | 180 | 28.8 |

| (b) | | | | |
|-----|-------|--------|------|----------|
| 地域 | プロット数 | マツ本数合計 | 枯損本数 | 枯損割合 (%) |
| 上越 | 10 | 24 | 8 | 33.3 |
| 中越 | 18 | 102 | 59 | 57.8 |
| 下越 | 22 | 322 | 41 | 12.7 |
| 佐渡 | 13 | 149 | 63 | 42.3 |
| 計 | 63 | 597 | 171 | 28.6 |

表3. 標高帯別にみたマツ枯損本数と枯損割合。(a) 第1期、(b) 第2期

| (a) | | | | |
|---------|-------|--------|------|----------|
| 標高階 | プロット数 | マツ本数合計 | 枯損本数 | 枯損割合 (%) |
| 0~100 | 21 | 210 | 48 | 22.9 |
| 100~200 | 21 | 140 | 48 | 34.3 |
| 200~300 | 12 | 189 | 69 | 36.5 |
| 300~600 | 14 | 87 | 15 | 17.2 |
| 計 | 68 | 626 | 180 | 28.8 |

| (b) | | | | |
|---------|-------|--------|------|----------|
| 標高階 | プロット数 | マツ本数合計 | 枯損本数 | 枯損割合 (%) |
| 0~100 | 17 | 201 | 47 | 23.4 |
| 100~200 | 18 | 122 | 43 | 35.2 |
| 200~300 | 14 | 182 | 53 | 29.1 |
| 300~600 | 14 | 92 | 28 | 30.4 |
| 計 | 63 | 597 | 171 | 28.6 |

ないことと、プロットが偶然配置されていないために、現在問題視されている海岸マツ林の被害が十分に反映されていないといえる。海岸マツ林が調査から漏れてしまったことは、4 km 間隔で系統的に調査位置を決定するというモニタリング調査の設計に起因するものである。このようなことは、モニタリング調査データによる地域レベルでの森林動態の把握を考えたときの限界のひとつであろう。

ナラ枯れの動態

第1期、第2期のナラ枯れ被害の分布を表したのが図4である。加えて、地域別のナラ類 ha 当たり本数の合計ならびに標高帯別の合計を図5に示す。図5では、第1期の本数に対する第2期の本数の増減率も折れ線グラフで表示している。図4において第1期、第2期を比較すると、ナラ枯れが確認されたプ

ロットは大幅に増加していることが分かる。さらに、地域別のナラ類 ha 当たり本数の変化(図5(a))をみると、全ての地域でナラ類の本数は減少していた。また、標高帯別の変化(図5(b))では、標高600mまでは減少し、それよりも標高が高くなると増加していた。立木本数の増減を示したものではないが、過去の研究でもナラ枯れは低標高帯において多く発生すると報告されている(布川, 2001)。以上のことから、モニタリング調査データからはナラ枯れの拡大を読み取ることができた。だがここで、モニタリング調査の限界を指摘するという意味で、新潟県によって調査されたナラ枯れ被害木本数の推移を図6に示す。これをみると、ナラ枯れの被害木本数は2~3年で大幅に増減することが分かる。このことから、ナラ枯れの動態を正確に理解するためには、5年に一度という調査間隔は長すぎる可能性がある。問題とする事象がナラ枯れのように短い

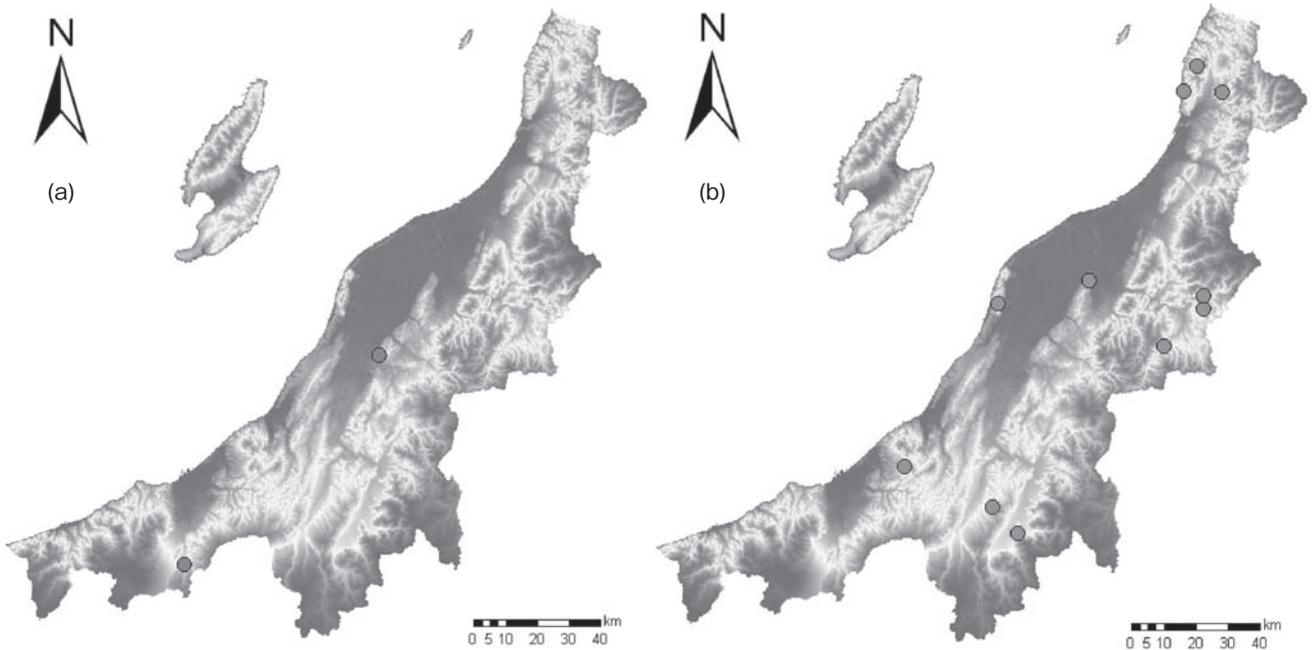


図4. ナラ枯れ確認プロットの位置。(a) 第1期、(b) 第2期

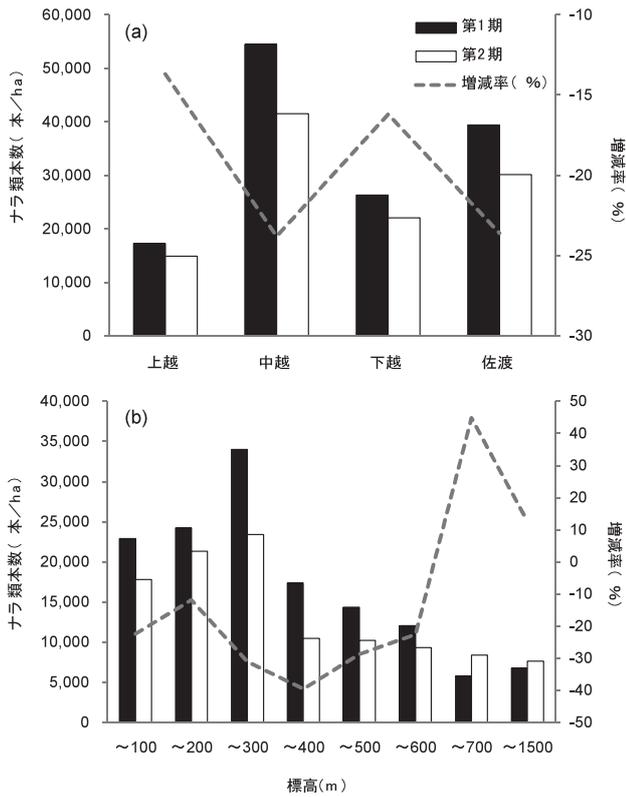


図5. ナラ類のha当たり本数。(a) 地域別、(b) 標高帯別

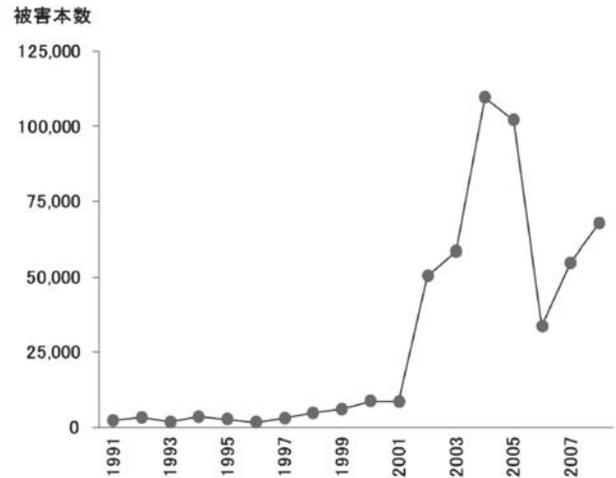


図6. ナラ枯れ被害木本数の推移 (新潟県調査結果)

期間で変動する場合、調査頻度を独自に増やすなどの対策が必要となるだろう。

おわりに

モニタリング調査データから、新潟県の森林の実態の一部分を人工林、天然林ともに把握することができた。樹種構成や広葉樹の分布など森林簿では把握できない情報も提供された。スギ人工林に関して、収量比数の上昇傾向を二期分のデータから明らかにすることができた。人工林施業の推進と、それを後押しするための木材の利活用が求められる。マツ枯れの動態では、被害本数はあまり変わらないが、被害分布が県北部や高標高帯へと移行していることがうかがえた。さらに、ナラ枯れについては分布の拡大とナラの本数減少が示された。しかし、4kmメッシュのプロットでは海岸マツ林の被害を把握できない、5年間隔の調査ではナラ枯れ被害の動態を追いきれないといった限界も指摘できた。これらの被害をさらに詳細に把握するためには、別の調査結果と組み合わせて解析する、特定のプロットではより頻繁に調査を行うなどの対応が必要となるだろう。

モニタリング調査は現在3期目が進行中である。この3期目は森林生態系多様性基礎調査と名称が変更され、林野庁の直轄事業となったため各都道府県の関与が非常に薄くなった。しかし、これを全国的な集計のみに使うだけでなく、限界をふまつつも各地域の森林の動態を把握するためにその利活用方法を検討していく必要があるだろう。

引用文献

- 後藤淳志・光田靖・今村光晴・吉田茂二郎・今田盛生. 2001. 森林資源モニタリング調査のデータ管理システムの構築. *日林九支研論集*, 54: 17-18.
- 北原文章. 2006. 森林資源モニタリング調査データにおける品質保証と有効利用. 九大院農修士論文.
- 近藤洋史. 1998. 高齢林分調査データの林分密度管理図への適応. *日林九支研論集*, 51: 9-10.
- 前田勇平・吉田茂二郎・長島啓子・村上拓彦・今田盛生. 2003. 森林資源モニタリングデータを利用した森林タイプの分類とその空間分布. *九州森林研究*, 56: 52-55.
- 前田勇平・吉田茂二郎・長島啓子・村上拓彦. 2004. 森林資源モニタリング調査データを利用した森林タイプ分類手法の検討と人工林における種多様性. *九州森林研究*, 57: 203-206.
- 新潟県農林水産部治山課. 1980. 収穫予想表.
- 新潟県農林水産部林政課・治山課. 2011. *新潟県の森林・林業*. 西川匡英. 2004. *21世紀に向けた森林管理 現代森林計画学入門*. pp108-144. 森林計画学会出版局, 東京.
- 布川耕市. 2001. 新潟県におけるナラ類集団枯損被害の地域分布および標高分布. *新潟県森林研報*, 43: 33-49.
- 大西満信. 1995. わが国の森林資源調査について. *森林計画誌*, 25: 57-61.
- 林野庁計画課. 2009. *森林資源モニタリング調査実施マニュアル*. 林野庁. 2011. *平成23年版森林・林業白書*. pp53-81. 社団法人日本林業協会, 東京.
- 白石則彦. 1999. わが国のモニタリングシステムの現状と問題点. *森林科学*, 27: 35-37.
- 玉城雅範・吉田茂二郎・溝上展也・加治佐剛・北原文章・安里練雄・新本光孝. 2008. 沖縄県本島における森林資源の時系列変化の把握に関する研究. *九州森林研究*, 61: 173-175.
- 吉田茂二郎. 2008. 現行の全国森林資源モニタリング調査と戦後のわが国の森林資源調査について. *日林誌*, 90: 283-290.

Forest monitoring in Niigata Prefecture using National Forest Inventory data of Japan

Yuji CHIGIRA¹ and Takuhiko MURAKAMI¹

(Received February 15, 2013)

Summary

In order to understand the actual condition of the forest in Niigata Prefecture, some analyses were carried out using the data of National Forest Inventory (NFI) in Japan derived from 1st and 2nd periods. This paper presents the results about dominant tree species, the relative yield index of Japanese cedar plantations, and monitoring of pine wilt disease and oak wilt disease. The dominant tree species of each plot was determined by a basal area rate. The relative yield index was calculated by the upper layer tree height estimated from the mean diameter of each plot. Occurrence of pine wilt disease was checked and the number of damaged pine trees was represented by each region or altitude zone. About oak wilt disease, the number of oak species was counted and compared between 1st and 2nd periods. The results showed that the dominant tree species in Niigata Prefecture were *Cryptomeria japonica*, *Pinus densiflora*, *Quercus serrata*, *Quercus crispula* Blume, *Acer amoenum* var. *matsumurae*, *Fagus crenata*. The relative yield index of Japanese cedar plantation indicated a peak at 0.6-0.7 in the 1st period and 0.7-0.8 in the 2nd period. The area suffering pine wilt disease shifted to the Chuetsu region from the Joetsu region and to the high altitude zone from low altitude zone. The number of oak species decreased across the whole region of Niigata prefecture. In the altitude class, the number of oak species declined until 600 m a.s.l. In this paper, some of the actual conditions of the forests in Niigata Prefecture have been understood with NFI data.

Bull. Facul. Agric. Niigata Univ., 65(2):187-193, 2013

Key words : National Forest Inventory data of Japan, dominant species, relative yield index, pine wilt disease, oak wilt disease

¹ Graduate School of Science and Technology, Niigata University