

第5章 排出放射性炭素の蓄積評価に関する調査研究

5.1 森林における炭素循環・蓄積に関する調査研究

Carbon Transfer and Accumulation in Forest Ecosystem

鈴木 静男, 永井 勝, 坂田 洋, 新井 竜司, 小松原 修, 多胡 靖宏, 中村 裕二
環境シミュレーション研究部

Shizuo SUZUKI, Masaru NAGAI, Hiroshi SAKATA, Ryuji ARAI,
Osamu KOMATSUBARA, Yasuhiro TAKO and Yuji NAKAMURA

Department of Environmental Simulation

Abstract

The operation of the spent nuclear fuel reprocessing plant in Rokkasho, Japan, is accompanied with the release of ^{14}C mainly in the form of $^{14}\text{CO}_2$, which will transfer and circulate in terrestrial ecosystems. Since the duration of the normal operation of the plant is planned to be 40 years, it is of large concern among the neighboring people whether ^{14}C will accumulate in the surrounding environment. In order to forecast the fate of ^{14}C released from the plant, it is necessarily needed to develop a mathematical transfer and accumulation model of carbon in terrestrial ecosystems, taking into account the photosynthetic fixation of carbon and the decomposition of organic matter. The terrestrial ecosystems, especially forests and wetlands are widespread around the reprocessing plant. For the estimation of plant biomass in forests, four study sites were set up at deciduous broad-leaved forests (*Fagus crenata*-dominated and *Quercus crispula*-dominated) and *Cryptomeria japonica* plantations (64-year-old and 18-year-old), where heights and diameters of all trees with a diameter at breast height (DBH) ≥ 5 cm were measured. The above-ground biomass was estimated by allometric correlations to the tree height and DBH. The results showed that average DBH and tree height of both deciduous broad-leaved forests and *C. japonica* plantations were within the ranges of those previously reported in Japan. The above-ground biomass of *C. japonica* plantations was also within the range reported, but that of deciduous broad-leaved forests was slightly smaller than the lower limit of the figures previously reported in Japan. Based on these fundamental data, the net primary productivity in the forests will be estimated next year. In addition, ^{13}C -labelled plant parts of *F. crenata*, *Q. crispula*, *C. japonica* and *P. australis*, were prepared with ^{13}C concentrations of 2.705, 2.681, 0.662 and 2.814 atom%, respectively. These ^{13}C -labelled plant samples will be used for decomposition experiments next year.

1. 目的

大型施設周辺地域における土地区分として代表的な森林、牧草地、水田、畑地及び湿地を対象に、施設から排出される炭素-14(^{14}C)の植物体や土壌への蓄積・放出を推定・評価できる予測モデルを整備し、大型再処理施設稼動に伴う中長期の影響評価(環境への蓄積等)に資することを目的とする。

青森県における森林面積(643,300 ha)は、県全域面積の66.0%に相当し、水田、畑地、果樹園、牧草地と比較して最も大きな割合を占めている。六ヶ所村においても森林面積は12,523 haであり、六ヶ所村全土地面積25,301 haの49%という非常に大きな割合を占めている。従って、森林は大型再処理施設

周辺地域における¹⁴Cの中長期の挙動を考える上で、最も重要な対象である。また、大型再処理施設周辺には、ヨシが繁茂する湿地が広く分布しており、¹⁴Cの移行・蓄積を調査する上では、湿地の寄与も考慮する必要がある。

平成22年度は、森林樹木の光合成による森林地上部への炭素固定量に重点を置き、以下の調査を行った。(1) 森林の植物-土壌試験系における炭素固定量調査 (2) ¹³C標識植物体の作成

2. 方法

調査地

環境庁が作成した青森県の現存植生図(1987)に基づいて、六ヶ所村における落葉広葉樹林の代表として最も広い面積を持つブナとミズナラが優占する森林を、常緑針葉樹林の代表として最も広い面積を持つスギ植林地を選定した。ミズナラ優占林調査地と林齢64年のスギ植林地調査地では水平投影面積にして50m×50mの正方形の調査区域を、ブナ優占林調査地では急斜面の地形を避けて、水平投影面積にして100m×25mの長方形の調査区域を、また林齢18年のスギ植林地調査地では樹木の個体密度が高いため、水平投影面積にして25m×25mの正方形の調査区域を設けた。

毎木調査

調査区域内に生育している胸高直径(地表面から高さ約1.2mの位置における幹の直径)5cm以上の全樹木の胸高直径と樹高を測定した。幹の肥大生長をモニタリングするために、幹にナンバーテープを取り付け個体識別した。胸高直径は伸縮しないスチール製巻尺を用いて、樹高は超音波計測器を用いて測定した。

現存量の評価

落葉広葉樹個体の地上部重量はTakahashi *et al.* (1999)、スギ個体の地上部重量は渡邊・茂木(2007)のアロメトリー式を用いて、胸高直径と樹高から推定した。

¹³C標識植物体の作成

閉鎖系植物実験施設内でヨシを、人工気象器内でブナとミズナラの苗木をポット栽培し、4回にわたり¹³CO₂を光合成により取り込ませ、¹³C標識植物体を作成した。

3. 成果の概要

胸高直径と樹高

各調査地における樹木の平均胸高直径(範囲)は、落葉広葉樹林地のブナ優占林で17.1cm(5.0~70.3cm)、ミズナラ優占林で16.4cm(5.0~39.5cm)、林齢64年スギ植林地で23.8cm(5.9~37.9cm)、林齢18年スギ植林地で17.6cm(10.7~25.7cm)であり、いずれもそれぞれの樹種の胸高直径としてこれまで報告されている値(落葉広葉樹:8.9~37.6cm、スギ林:5.0~48.6cm)の範囲内であった(Table 1)。同様に、いずれの調査地における樹木の樹高も、それぞれの樹種に対する日本の平均的樹高(落葉広葉樹:8.95~30.0m、スギ林:4.4~35.2m)の範囲内であった(Table 1)。

単位面積当りの森林の地上部重量

これまで報告されている落葉広葉樹林地における単位面積当りの地上部重量は14.3~67.7kg-dry m²の範囲である。本調査におけるブナ優占林(14.1kg-dry m²)は、この下限に相当する。一方、ミズナラ優占林(11.7kg-dry m²)は、幾分低い地上部重量であった。また、スギ植林地における地上部重量はこれまで1.3~51.2kg-dry m²と報告されており、本調査地の林齢64年林(48.5kg-dry m²)及び18年林(49.9kg-dry m²)は、ともにこの範囲内であった(Table 1)。

これらの調査結果から、本調査地は我が国の平均的な森林の特性(胸高直径、樹高、地上部重量)と大きく異なっておらず、今後、炭素移行・蓄積調査を行っていく上で妥当な野外調査地と考えられる。

¹³C標識植物体

ブナ、ミズナラ、スギの葉の¹³C濃度は、それぞれ2.705 atom%、2.681 atom%、0.662 atom%に達し、1年目の行程を終了した。また、ヨシの葉と稈に関しては、それぞれ2.814 atom%、2.483 atom%の¹³C標識植物体を作成した。この¹³C標識試料を用いた土壌有機物の分解係数を求める試験を平成23年度以降に行う。

引用文献

- 安藤貴 (1968) *林試研報*, **209**: 1-76.
- Hiura, T. (2005) *Ecological Research*, **20**: 31-37.
- 市川貴大ほか (2006) *日本森林学会誌*, **88**: 525-533.
- Jia, S., T. Akiyama (2005) *Agricultural and Forest Meteorology*, **134**: 70-80.
- 片桐成夫ほか (1985) *島根大農研報*, **19**: 34-38.
- Kubota, M. et al. (2005) *Tree physiology*, **25**: 545.
- 中根周歩 (1980) *日本生態学会誌*, **30**: 155-172.
- 根岸賢一郎ほか (1988) *東大農学部演習林報告*, **78**: 31-57.
- Tadaki, Y. (1970) *Journal of the Japanese Forestry Society*, **52**: 263.
- Takahashi, K. et al. (1999) *Research bulletins of the College Experiment Forests, Hokkaido University*, **56**: 70-85.
- 只木良也ほか (1969) *日本森林学会誌*, **51**: 331-339.
- 只木良也ほか (1988) *信州大学理学部紀要*, **23**: 7-20.
- 玉井重信ほか (1983) *日本森林学会誌*, **65**: 372-381.
- 丹下健ほか (1990) *日本生態学会誌*, **40**: 179-186.
- 渡邊仁志, 茂木靖和 (2007) *岐阜県森林研研報*, **36**: 7-13.
- Yoshida, T. et al. (2005) *Canadian Journal of Forest Research*, **35**: 175-188.

Table 1 Fundamental characteristics of deciduous broad-leaved forests and *Cryptomeria japonica* plantations

Study site	Average DBH** (cm)	Average height (m)	Above-ground biomass (kg-dry m ⁻²)
Deciduous broad-leaved forests in Japan*	8.9-37.6	8.5-30	14.3-67.7
<i>Fagus crenata</i> -dominated deciduous forest	17.1	10.4	14.1
<i>Quercus crispula</i> -dominated deciduous forest	16.4	9.7	11.7
<i>Cryptomeria japonica</i> plantations in Japan*	5.0-48.6	4.4-35.2	1.3-51.2
64-year-old <i>C. japonica</i> plantation	23.8	16.8	48.5
18-year-old <i>C. japonica</i> plantation	17.6	12.6	49.9

*: Ranges were estimated by the reviewed articles in references (安藤, 1968; 只木ほか, 1969; Tadaki, 1970; 中根, 1980; 玉井ほか, 1983; 片桐ほか, 1985; 根岸ほか, 1988; 只木ほか, 1988; 丹下ほか, 1990; Hiura, 2005; Jia and Akiyama, 2005; Kubota et al., 2005; Yoshida et al., 2005; 市川ほか, 2006; 渡邊・茂木, 2007).

** : DBH stands for diameter at breast height.