

5.2 耕地における炭素移行・蓄積に関する調査研究

Carbon Transfer and Accumulation in Farmlands

永井 勝, 坂田 洋, 鈴木 静男, 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

Masaru NAGAI, Hiroshi SAKATA, Shizuo SUZUKI, Ryuji ARAI,
Osamu KOMATSUBARA, Yasuhiro TAKO, Yuji NAKAMURA
Department of Environmental Simulation

Abstract

For considering probable long-term burden to the natural environment due to ^{14}C released from the spent nuclear fuel reprocessing plant in Rokkasho, Japan, during the period of its planned operation of 40 years, the most important target of concern is ^{14}C accumulation in the widespread forests around the plant. Although the total area of tillage, including paddy field, farm land and pasture, accounts for about 15% of the total area of Aomori prefecture, prevails in the Rokkasho area and pastures are widely spread over the local area exceeding 70 % of the total agricultural fields there. Therefore, the tillage, including farmlands, should be taken into account for modeling long-term transfer and accumulation of ^{14}C in the environment around the reprocessing plant. In this research program, the transfer and accumulation of carbon in the tillage have been experimentally studied using representative plants for photosynthetic carbon fixation such as carrot, Japanese radish, Timothy grass, and rice plant.

Developing a mathematical transfer and accumulation model of ^{14}C in farmlands requires investigation of carbon transfer from the atmosphere to plants through photosynthesis and carbon release by decomposition of organic matter in soil. To investigate the fixation of carbon by photosynthesis in farmland, temporal changes in plant biomass of four plants in actual fields, carrot and Japanese radish (crop fields), Timothy grass (pastures) and rice plant (paddy fields) were surveyed. The annual amount of litter was calculated to be 35 g-dry m^{-1} (Timothy), 310 g-dry m^{-1} (rice), 170 g-dry m^{-1} (carrot) and 59.6 g-dry m^{-1} (Japanese radish). In addition, a plant cultivation system using soil of actual farmlands was constructed for the experiment to measure carbon fluxes in the Closed Plant Experiment Facility (CPEF).

1. 目的

青森県における水田及び畑地の総面積は、青森県全域の12.4%を占める。また、牧草地面積は、県全域の2.3%であり、他の土地形態に比べて必ずしも大きなものではないが、六ヶ所村では酪農が盛んであり、随所に牧草地が見られる。その面積は、六ヶ所村総面積の10.3%に相当し、村内全農地の7割以上を占めている。従って、大型再処理施設周辺地域土壌での炭素循環・蓄積に対する耕地の寄与は無視出来ないと考えられる。さらに耕地においては、人為的な土壌のかく乱が定常的に引き起こさ

れており、森林とは大きく異なった炭素循環の過程を考慮する必要がある。

平成22年度は牧草地、水田、畑地を対象として以下の調査を行った。(1) 耕地の植物-土壌試験系における炭素固定量調査 (2) 耕地における植物と土壌の基礎情報調査

2. 方法

調査地と作物種

本調査では耕地を対象として、定期的に土壌や植物体等の試料採取ができるように、青森県産業技術センター

の圃場（牧草地は畜産研究所（野辺地町）、水田は農林総合研究所藤坂稲作部（十和田市）、畑地は野菜研究所（六戸町））の一面を試験圃場として借用した。牧草種は現在、種子流通量が青森県内で最も多く、今後栽培面積の拡大が予想されるチモシー種（ホライズン）を対象とすることにした。水稻は上北地区で栽培の多い「まっしぐら」を、畑地では根菜類を対象とすることとした。

耕地における植物と土壌の基礎情報調査

上記の試験圃場において、作物（チモシー、イネ、ダイコン、ニンジン）を栽培し、生育調査を行った。また、閉鎖型生態系実験施設における作物の栽培条件を決定するために、気象観測（気温、地温、土壌水分、光量子束密度）、土壌の物性と化学的性質に関する調査を定期的に行なった。

対象植生での炭素固定試験のための試験系構築

上記の試験圃場において収集した気象条件をもとにし、閉鎖型生態系実験施設内において作物を栽培するための条件を決定し、栽培装置の構築を行った。

3. 成果の概要

耕地における植物と土壌の基礎情報調査

調査地において定期調査を実施し、植物体量（地上部及び地下部のバイオマス、草丈、葉面積など）の季節変化を調査した。一例として、Fig. 1 にダイコンの乾燥重量の変化を示す。

地下部（根）についても各作物について土壌を掘り取って調査した結果、牧草（チモシー）は地表面下 5 cm 程度までにルートマットを形成しており、それ以下では根の現存量は非常に少なかった。ダイコンは肥大部の長さは 60 cm 程度になるが、用いた品種は地上に多くの肥大部が露出し、地表面下は 20 cm 程度であった。水田は作土層が約 10 cm であり、根の殆どが作土層に存在した。このことから、閉鎖型生態系実験施設内で作物を栽培するための栽培ポットの深さを決定した。

収穫時（秋）における土壌へのリター流入量は、チモシー（根）は 35.0 g-dry m⁻²、イネ（根）は 310 g-dry m⁻²、ダイコン（葉）は 59.6 g-dry m⁻²、人参（葉）は 170 g-dry m⁻²であった。これらのデータは次年度以降に実施する土壌

における有機物分解試験に用いる。また、各試験地において、土壌の三相分布、炭素含有率、窒素含有率、pH、EC値などを定期的に調査した。

対象植生での炭素固定試験のための試験系構築

過去 5 年間の野辺地町等の気象データを基に、閉鎖型生態系実験施設内で作物を栽培するための気象条件（気温、日射量）を設定し、その環境条件を実験施設内で再現可能であることを確認した。また、炭素固定量に関する実証的データを収集するための条件として、1,500 μmol m⁻² s⁻¹の強光下でも気温を一定（25℃）に保てることを確認した。

また、圃場での作物の生育条件を再現するために、栽培には各調査地より採取した土壌を滅菌して用いることとした。牧草（チモシー）の栽培には 1/5,000 a のワグネルポットを加工した土耕栽培装置（Fig. 2）、を作成し、土壌水分含量が常に圃場土壌の水分含量（30～40%）と同等になるように、スプリンクラーで定期的に散水する方式を採用した。イネの栽培には、水温制御可能なイネ栽培装置を作成し、恒温水槽に 1/5,000 a のワグネルポットを浸す方法を採用した（Fig. 3）。また、水温は圃場の水温データを一週間ごとに平均化したものに制御することとした。ダイコンの栽培には、直径 30 cm、深さ 50 cm の底面給水ポットを作成し、これを恒温水槽に浸すことで地温の制御を行うこととした。

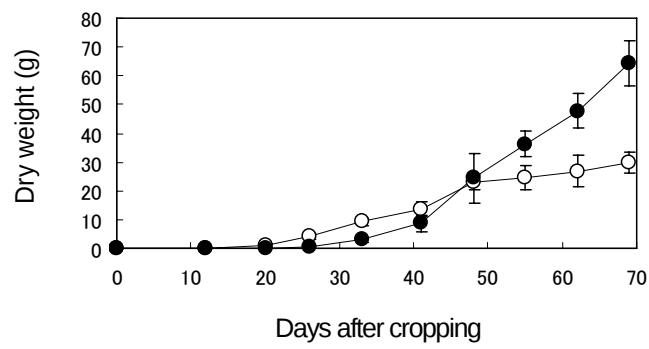


Fig. 1 Changes in dry weight of Japanese radish.
Open circle and closed circle denote shoot and root, respectively.



Fig. 2 Cultivation system using actual field soil (Timothy).



Fig. 3 Cultivation system using actual field soil (rice plant).