

1.2 青森県産物への放射性物質移行に関する調査研究

1.2.1 果樹における放射性炭素移行調査

Transfer of ^{14}C from the Atmosphere to Fruit Trees

今田 省吾, 多胡 靖宏, 高久 雄一, 久松 俊一
環境影響研究部

Shogo IMADA, Yasuhiro TAKO, Yuichi TAKAKU, Shun'ichi HISAMATSU
Department of Radioecology

Abstract

Part of the ^{14}C released from the nuclear fuel reprocessing plant in Rokkasho, Aomori, Japan in the form of CO_2 is incorporated into the organic compounds of crop plants by photosynthesis and causes a radiation dose to people who consume the crops. The purpose of this study is to establish a dynamic compartment model describing transfer of photo-assimilated ^{14}C into fruits and its accumulation in them for an apple tree using a stable carbon isotope (^{13}C).

In FY 2017, we conducted a $^{13}\text{CO}_2$ exposure experiment using three-year old potted 'Fuji' apple (*Malus domestica*) trees (JM. 1) (hereafter, young apple trees) to obtain data for the model construction. The young apple trees were exposed to $^{13}\text{CO}_2$ (approximately 15 atom%) for 8 hours in an experimental chamber at different fruit development stages, particularly during the first half of the fruit growing period. The sample trees were then cultivated in artificial climate chambers, followed by sampling fruits, leaves and current-year branches at the time of harvesting the fruits. The collected samples were analyzed for ^{13}C concentration to get ^{13}C retention in the plant parts. Since the C inventory of plant parts during the growing season is necessary for model construction, we measured the size of fruits, leaves, and current-year branches of unexposed control sample trees. The C inventory in the samples was nondestructively estimated by using allometric equations between the size and C concentration, which were established by destructively measured C concentration data for the trees and other unexposed control sample trees.

The retained ^{13}C concentrations in the fruits at the harvest date increased with later exposure during the first half of the fruit growing period, while those in the leaves and current-year branches had a peak with the exposure at around 45 days after buds broke and then decreased with later exposure. The allometric equations to estimate C inventory in the plant parts were well established, and the C inventory data during the fruits developing period were obtained. All those data will be used for model construction together with $^{13}\text{CO}_2$ retention data during the latter half of the fruit growing period, which we plan to get in FY 2018.

1. 目的

大型再処理施設から排出された ^{14}C の一部は光合成作用によって植物に吸収され、有機物に同化される。したがって、 ^{14}C は大型再処理施設周辺で栽培される作物の可食部及び作物を飼料とする家畜を介して

人体に取り込まれると考えられる。本調査では、リンゴを対象に、炭素安定同位体である ^{13}C をトレーサーとして用いて、光合成で固定された炭素の果実への移行・蓄積モデルを構築することを到達目標とする。平成 29 年度の調査における目標は以下の通り

である。

① ^{14}C の大気からリンゴ幼木の果実への移行・蓄積モデルを作成するため、リンゴ（ふじ, *Malus domestica* 'Fuji') 3年生幼木 (JM. 1 台木) の各部位のサイズと炭素現存量との関係式を導出するとともに、実験施設内で、リンゴ幼木の各部位のサイズ経時変化データを非破壊的に取得し、各時期・各部位の炭素現存量等を推定する。

② ^{14}C の大気からリンゴ幼木の果実への移行・蓄積モデルを作成するため、実験施設内で、リンゴ幼木の果実生育期間前期について、果実生育段階別に $^{13}\text{CO}_2$ にばく露した個体の収穫時各部位における ^{13}C 残存濃度データを得る。

2. 方法

2.1 生長データの取得

植物栽培室で栽培したリンゴ幼木について、果実、葉及び当年枝の外形サイズに関するデータを経時的に取得するとともに、果実生育期間中に3度、リンゴ幼木を刈り取って、それらの部位の外形サイズ、生重量及び乾燥重量を測定し、個体ごとに炭素濃度データを取得した。刈り取り個体で得られたデータから、平成28年度に乾燥重量推定について確立した方法を用いて、各部位の外形サイズから炭素現存量を推定する式を導出した。得られた式と各部位外形サイズの経時変化データから各部位炭素現存量の生長曲線を作成した。

2.2 果実生育段階別 $^{13}\text{CO}_2$ ばく露実験（前期）

主に果実生育期間前半の各時期において、植物栽培室で栽培したリンゴ幼木を対象に ^{13}C 存在比約

15%の CO_2 へのばく露を約8時間行った。各時期にばく露した全てのリンゴ幼木を収穫時に刈り取り、各時期に固定された ^{13}C の収穫時における目的部位別残存濃度を測定した。

3. 成果の概要

3.1 生長データの取得

生長データの取得では、まず、果実、葉及び当年枝のサイズデータから炭素現存量を推定する式を導出した。果実については横径及び縦径のデータ、葉については葉身長及び葉幅のデータ並びに葉重/葉面積比の時間依存関数、当年枝については長さ及び基部直径のデータから、それぞれ炭素現存量を推定する式を導出した。果実、葉及び当年枝いずれにおいても高い決定係数(0.89以上)が得られた (Fig. 1)。次に、各部位のサイズと炭素現存量との関係式及び各部位のサイズの経時変化データを用いて、リンゴ幼木の各部位の炭素現存量での生長曲線を作成した (Fig. 2)。

3.2 果実生育段階別 $^{13}\text{CO}_2$ ばく露実験（前期）

Fig. 3 にばく露実験終了後から収穫日まで栽培したリンゴ幼木の収穫時における果実、葉及び当年枝の ^{13}C 残存濃度を示す。果実生育期間の前半において、ばく露時期が遅い程、収穫時における果実中 ^{13}C 残存濃度が高いという傾向が見られた。一方、葉及び当年枝においては、発芽日から約45日後（開花日から約20日後）にばく露した場合に収穫時における ^{13}C 残存濃度のピークが見られ、その後、ばく露時期が遅い程 ^{13}C 残存濃度が低下する傾向が見られた。

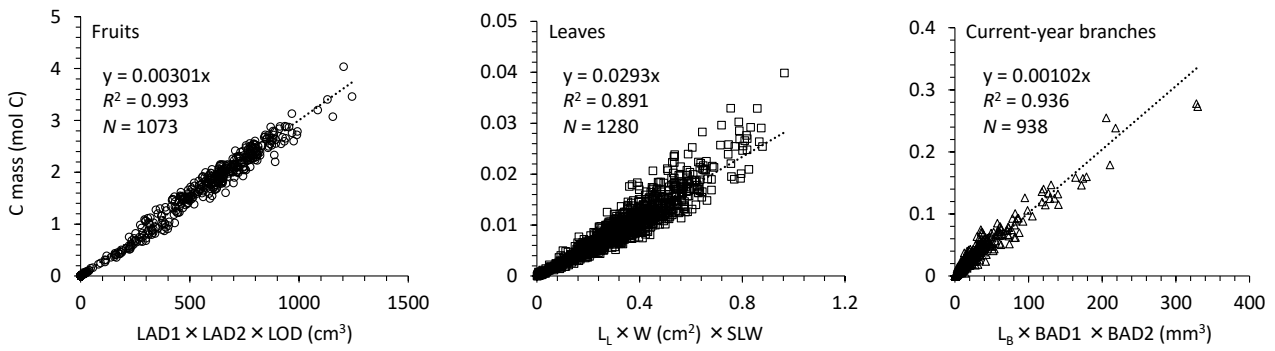


Fig. 1 The allometric equations between the size and C mass of each of the fruits, leaves, and current-year branches of potted apple trees. LAD1 and LAD2 are lateral diameters of fruits from perpendicular directions, and LOD is the longitudinal diameter. L_L , W and SLW are the length, width and the time-dependent function of specific leaf area of leaves, respectively. L_B is the length of current-year branches, and $BAD1$ and $BAD2$ are the basal diameters from perpendicular directions.

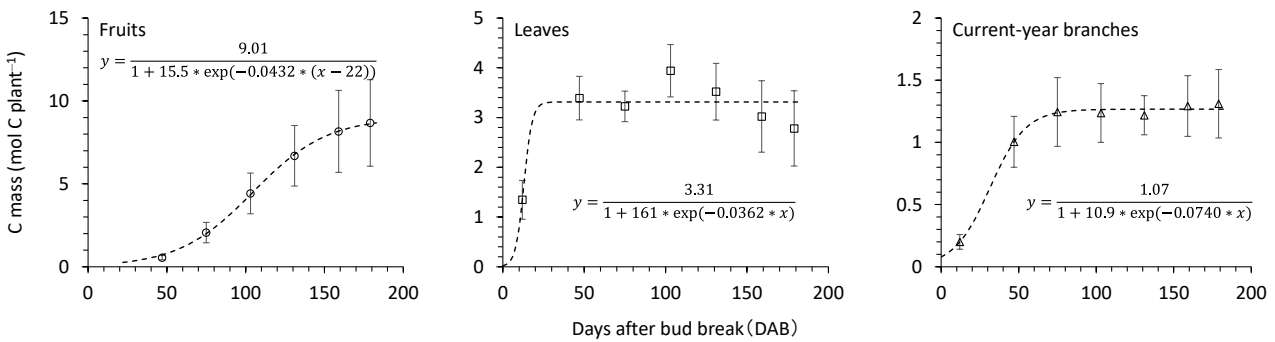


Fig. 2 The growth curves of C mass for the fruits, leaves, and current-year branches of apple trees ($n = 5$, bars indicate standard deviation) obtained from allometric equations between size and C

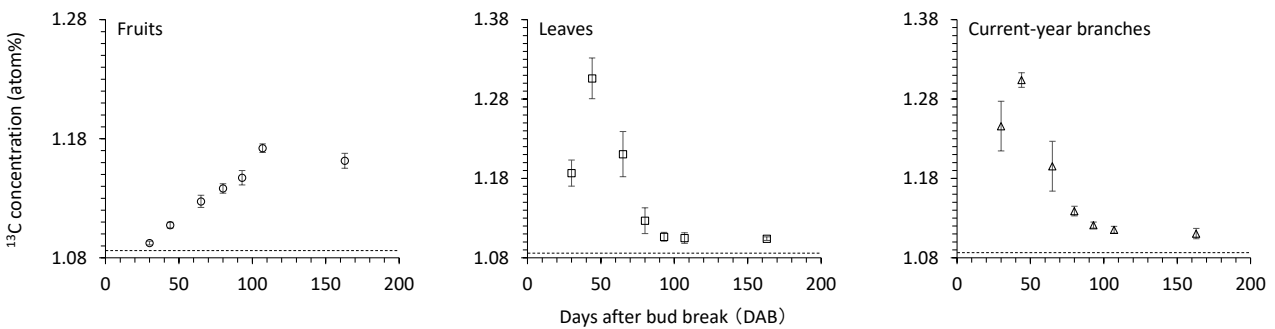


Fig. 3 The ¹³C concentration in the fruits, leaves, and current-year branches at the harvest date ($n = 5$, bars indicate standard deviation).

*Broken lines indicate the ¹³C concentration of control apple trees without ¹³CO₂ exposure.