

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 an internal 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, as a representative for fruit tree crops, using a stable carbon isotope (^{13}C).

In FY 2018, 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 latter half of the fruit growing period. The sample trees were then cultivated in artificial climate chambers. At the time of harvesting the fruits, sampling was done for fruits, leaves and current-year branches. 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, which were used in the experiment, is necessary for model construction, we measured the size of fruits, leaves, and current-year branches of unexposed control sample trees at predetermined intervals. The C inventory in the samples was nondestructively estimated by using allometric equations between the sample size and C inventory, which was established by using destructively measured C biomass data for the trees.

The allometric equations to estimate C inventory in each plant part from the nondestructive measurements were well established with $R^2 > 0.91$ between estimated and observed values. The C inventory data of the plant parts during the fruit development period were estimated by using the equation and the measured size, followed by obtaining the growth curves of C inventory as logistic regression curves. The ^{13}C concentrations retained in the fruits at the harvest date increased with later exposure until 120 days after flowering (DAF), followed by similar values after 120 DAF. In the leaves and current-year branches, the retained ^{13}C concentrations consistently showed low values after 77 DAF. The retained ^{13}C concentration data in FY 2018 could be smoothly connected with those obtained in FY 2017 during the first half of the fruit growing period except for a few data. All those data and the logistic regression curves of C inventory will be used for model construction in FY 2019.

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、果樹の代表的作物であるリンゴを対象に、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 30 年度の調査における目標はモデル構築に必要なデータを取得することであり、具体的には以下の通りである。

①下記②で使用するリンゴ（ふじ）幼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、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実験施設内で、リンゴ幼木の果実生育期間後期について、果実生育段階別に $^{13}\text{CO}_2$ にばく露した個体の収穫時における各部位での ^{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 3 年生のリンゴ幼木 15 個体について、全ての果実、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し、収穫時を含む果実生育期間中に 3 度、それぞれ 5 個体を刈り取って、それらの部位の外形サイズ、生重量及び乾燥重量を測定するとともに、炭素濃度データを取得し、各部位の外形サイズから炭素現存量を求めるアロメトリー式を導出した。得られたアロメトリー式と収穫時に刈り取った 5 個体の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果実生育期間全期に渡る経時変化を推定した。

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

主に果実生育期間後半の各時期において、植物栽

培室で栽培したリンゴ幼木 8 個体を対象に ^{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リンゴ幼木のうち 5 個体を収穫日に刈り取り、各ばく露時期に固定された ^{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、葉及び当年枝の外形サイズから炭素現存量を求めるアロメトリー式を導出した。果実については横径及び縦径、葉については葉身長、葉幅及び葉重/葉面積比、当年枝については種類別に長さ及び基部直径から、それぞれ炭素現存量を推定する式を導出し、高い決定係数（0.91 以上）を持つ式が得られた（Fig. 1）。次に、得られたアロメトリー式を用いてリンゴ幼木の各部位の炭素現存量の経時変化を推定し、ロジスティック関数での近似により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（後期）

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、平成 29 年度に得た果実生育前期のデータとともに示す。果実については、果実生育段階の後半において、開花から約 120 日後までは、収穫時における果実中 ^{13}C 残存濃度が上昇した後に一定となる傾向が見られた。一方、葉及び当年枝においては、開花から 77 日後以降、収穫時における ^{13}C 残存濃度は低い値で推移する傾向が見られた。

同様の果実生育段階における平成 29 年度と 30 年度のデータは一部を除いて比較的良く一致しており、果実生育期間の各時期にばく露した ^{13}C の収穫時における各部位での残存 ^{13}C 濃度データが揃った。今後、これらのデータ及び上記のロジスティック関数による生長曲線を用いて、室内栽培したリンゴ幼木についての大気から果実への ^{13}C 移行・蓄積モデルを構築する。

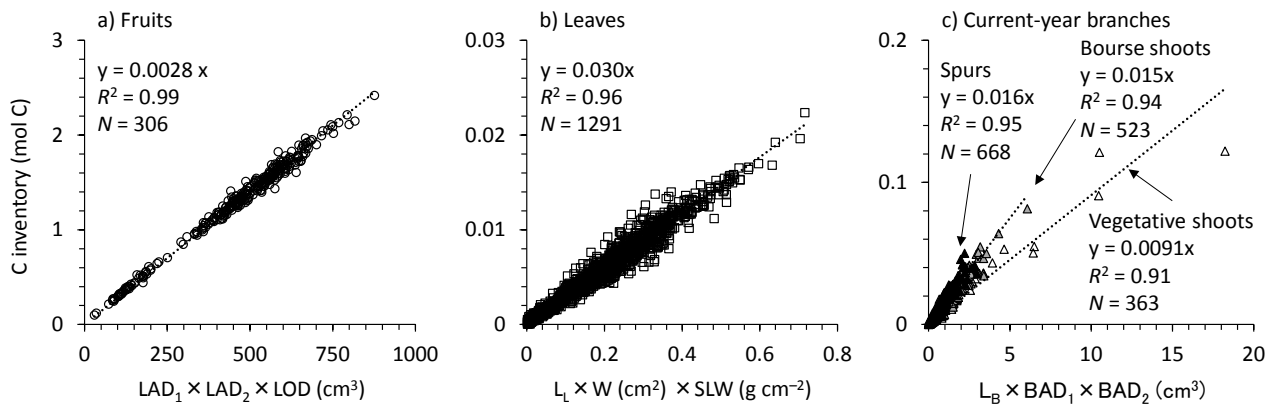


Fig. 1 The allometric equations between the size and C inventory of each sample of the fruits, leaves, and current-year branches of potted apple trees. LAD_1 and LAD_2 are lateral diameters of fruits from perpendicular directions, and LOD is the longitudinal diameter. L_L , W and SLW are the length, width and specific leaf weight, respectively. L_B is the length of current-year branches, and BAD_1 and BAD_2 are the basal diameters from the perpendicular directions.
*the broken lines indicate regression lines

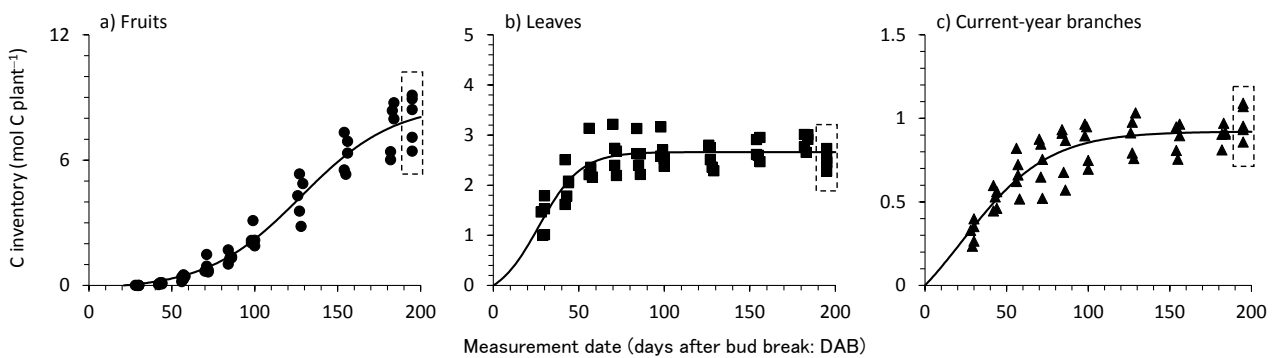


Fig. 2 The growth curves of C inventory for the fruits, leaves, and current-year branches of apple trees obtained from allometric equations between sample size and C inventory.
*The data enclosed by the broken lines indicate C biomass obtained by the destructive measurement at the harvest date. Solid lines indicate the growth curves obtained by the logistic regression models.

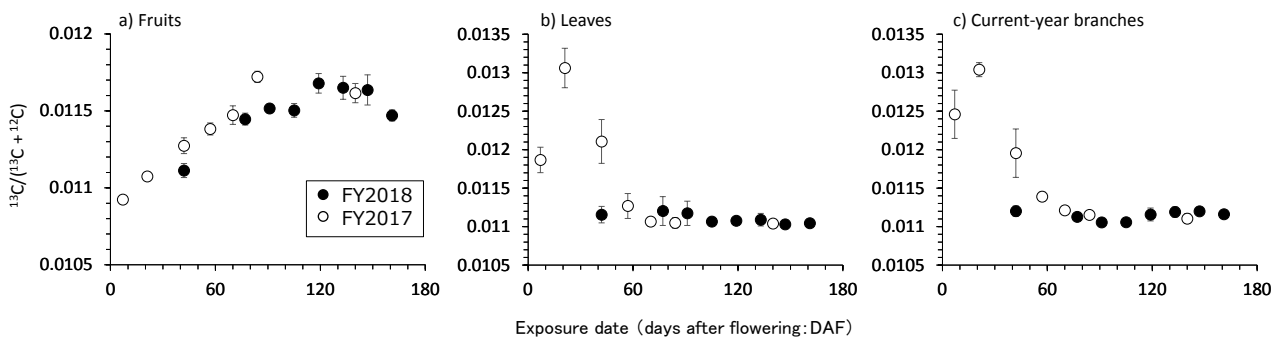


Fig. 3 The ^{13}C concentration in the fruits, leaves, and current-year branches at the harvest date (n = 5, mean \pm S.D.). The data obtained in FY 2017 were shown together with those in FY 2018.