

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, 久松 俊一

環境影響研究部

Shogo IMADA, Yasuhiro TAKO, 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 2016, we conducted three preliminary experiments comparing two apple (*Malus domestica*) cultivars ('Fuji' and 'Tsugaru') (1) to determine the effects of temperature on potted young apple trees in experimental growth chambers, (2) to clarify short-term retention of photo-assimilated ^{13}C in fruit-bearing shoots in different fruit development stages by exposure to $^{13}\text{CO}_2$, and (3) to establish an estimation method for leaf, branch, and fruit biomass.

In the first experiment, we grew young 'Fuji' and 'Tsugaru' apple trees planted in pots in two experimental growth chambers with different temperature settings and their growth was compared particularly during a vigorous growth period. In both chambers, temperature was changed at 10 days intervals according to the averaged day- and night-time temperatures of natural conditions, but the diurnal patterns were simulated for only one chamber (Chamber A) and not for the other (Chamber B). Young 'Fuji' trees successfully bore fruit, while 'Tsugaru' trees did not. The fruit diameter and its growth rate for 'Fuji' apples did not change with different temperature settings. The shoot length and stem diameter and their growth rates did not vary between the different temperature settings or between the cultivars.

We conducted the second experiment using the fruit-bearing shoots of mature 'Fuji' and 'Tsugaru' trees in an orchard in Morioka, Iwate Prefecture. Three fruit-bearing shoots on trees were exposed to $^{13}\text{CO}_2$ in different fruit development stages by using a newly developed exposure chamber system. Net assimilated ^{13}C during exposure and inventories of ^{13}C in leaves, branch and fruit at 72 h after the exposures were measured in each development stage. The ^{13}C remaining ratio (^{13}C inventory in each plant organ)/(net assimilated ^{13}C during exposure) of fruit increased from the early development stage to the development stage in both cultivars, while the ratio in 'Fuji' apples decreased from the development stage to the late development stage, but not in 'Tsugaru'.

In the third experiment, we established an estimation method for the biomass of each plant organ by measuring the size of leaf, branch, and fruit of 'Fuji' and 'Tsugaru'. Biomass of leaf, branch and fruit was estimated by length, width, and the time function of specific leaf weight, by length and diameter, and by lateral

and longitudinal diameters, respectively. High coefficients of determination were found between estimated and measured biomass in both cultivars ($R^2 > 0.93$).

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 28 年度の調査における目標は以下の通りである。

- ① 実験施設内でリンゴ幼木を安定して栽培するための予備栽培実験を植物栽培室で行い、温度設定が果実及び枝葉の生長に与える影響を明らかにする。
- ② 果実生育期間に屋外のリンゴ成木着果枝へ $^{13}\text{CO}_2$ をばく露し、ばく露直後の短期的な ^{13}C の移行を果実生育段階別に明らかにする。
- ③ リンゴ各部位の生長による炭素蓄積量を推定するために、リンゴ各部位のサイズに関するデータから重量を求める方法について検討する。

2. 方法

2.1 植物栽培室での予備栽培実験

植物栽培室内の気温を、果実の生育段階に従って、野外を模して変化させた。その際に、植物栽培室 A では、気温の日内変動も模擬したが、植物栽培室 B では明期暗期それぞれで一定とした。両室内で、ふじ及びつがる幼木を栽培し、リンゴ樹の生育が盛んな時季における幼木の生育を比較した。

2.2 ふじ及びつがる成木の着果枝への果実生育段階別 $^{13}\text{CO}_2$ ばく露実験

屋外（盛岡）のふじ（晩生品種）及びつがる（早

生品種）成木の着果枝を対象とした $^{13}\text{CO}_2$ ばく露実験を果実生育段階別に実施し、ばく露後の短期的な ^{13}C 残存量及び残存・分配割合の変化を調べた。

2.3 非破壊的重量推定法の検討

非破壊的重量推定法の検討では、葉、枝及び果実のサイズデータから各部位の重量を推定するための方法を検討した。

3. 成果の概要

3.1 植物栽培室での予備栽培実験

予備栽培実験では、ふじに着果が見られたが、つがるでは全て自然落果した。Fig. 1 に示すように、ふじ幼木の果実の横径の経時変化及び生長速度には、温度設定の違いによる差が見られなかった。また、ふじ及びつがる幼木の幹及び新梢の生長にも、品種及び温度設定の違いによる差が認められなかった。

3.2 ふじ及びつがる成木の着果枝への果実生育段階別 $^{13}\text{CO}_2$ ばく露実験

Fig. 2 にふじ及びつがる成木の着果枝を対象とした果実生育段階別の $^{13}\text{CO}_2$ ばく露実験における葉、枝及び果実の ^{13}C 残存割合の時間変化を示す。ふじ及びつがるの果実の ^{13}C 残存割合は、果実初期発達期から発達期へと増加傾向を示すこと、ふじの果実では発達期から後期発達期へと減少傾向を示すことが明らかとなった。

3.3 非破壊的重量推定法の検討

葉については葉身長及び葉幅のデータ及び葉重/葉面積比の時間依存関数、枝については長さ及び基部直径のデータ、果実については横径及び縦径のデータから、それぞれ重量を推定する式を導出した。葉、枝及び果実いずれにおいても高い決定係数 (0.93 以上) が得られており、例を Fig. 3 に示した。

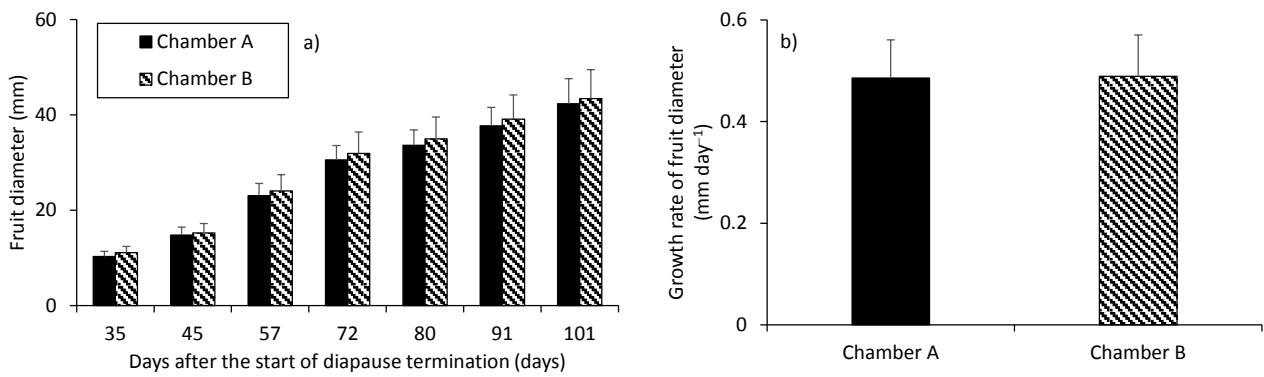


Fig. 1 Growth of fruit diameter (a) and its growth rate in three years old 'Fuji' trees (b) in two growth chambers (GCs) with different temperature settings (Chamber A, n = 8; Chamber B, n = 13; bars indicate standard deviation)

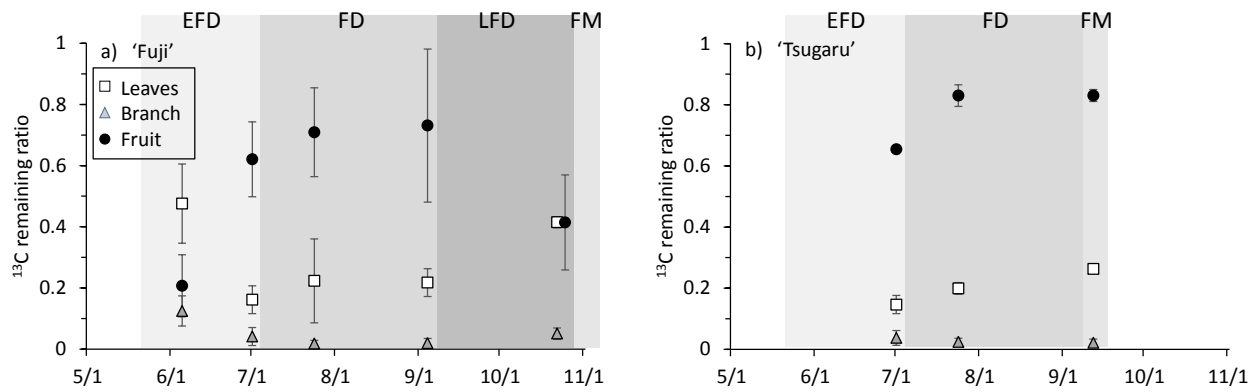


Fig. 2 The seasonal changes in the ¹³C remaining ratios (¹³C inventory in each plant organ)/(net assimilated ¹³C during exposure) in the leaves, branch, and fruit of the 'Fuji'(a) and 'Tsugaru' (b) apple shoots at 72 h after ¹³CO₂ exposure in different fruit development stages. EFD, early fruit development stage. FD, fruit development stage. LFD, late fruit development stage. FM, fruit maturation stage. Number of samples for each point was three. Bars indicate standard deviation.

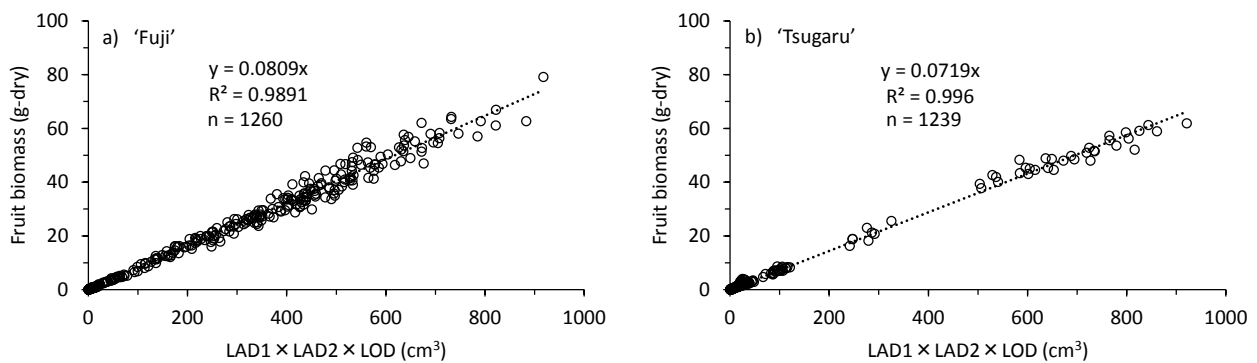


Fig. 3 The relationships between the product of lateral (bidirectional measurements; LAD1 and LAD2) and longitudinal diameters (LOD) and their corresponding biomass in the fruit of 'Fuji' (a) and 'Tsugaru' (b) apple trees