

2018年11月29日

## 報道発表資料

### リンゴの気候変動影響研究で大型予算を獲得

**獲得した研究助成金：**文部科学省科学研究費

**採択された研究課題：**リンゴ樹および樹園地土壌における長期高CO<sub>2</sub>・高温の影響とその技術的適応策

**助成金交付期間：**2018年度～2022年度（5年間）

**助成金額：**直接経費3490万円（そのうち2018年に2060万円）

**研究参画者**（代表）伊藤大雄 弘前大学農学生命科学部  
石神靖弘 千葉大学園芸学部  
叶 旭君 弘前大学農学生命科学部  
加藤千尋 弘前大学農学生命科学部  
荒川 修 弘前大学農学生命科学部  
遠藤 明 弘前大学農学生命科学部  
青山正和 弘前大学農学生命科学部  
石田祐宣 弘前大学大学院理工学研究科

#### 研究目的

リンゴミニ個体群（3品種16個体×3反復）を覆うように3棟のビニールハウスを建設する。これらのハウスを利用し、まず

①ハウス内を目標通りの温度とCO<sub>2</sub>濃度に自動制御するプログラムを開発する。続いて

②高温・高CO<sub>2</sub>下におけるリンゴ樹の光合成・物質生産能と果実収量

③高温・高CO<sub>2</sub>下におけるリンゴ果実の着色、果実品質と貯蔵性

④高温・高CO<sub>2</sub>下で果実収量を増大させる着果管理法と、着色を確保できる技術

⑤高温・高CO<sub>2</sub>下でリンゴ園地の炭素、窒素ならびに水分動態がどのように変化し、その変化が主要リンゴ品種にどう作用するのか

を明らかにする。

#### 研究の背景

（1）大気のCO<sub>2</sub>濃度は近年400ppmに到達し、今世紀後半には更に200ppm程度上昇する可能性が高い。多くの作物の光合成速度は、このような高CO<sub>2</sub>環境下で一時的に増大する。しかし、長期間高CO<sub>2</sub>環境に置かれ続けると、増大効果が低減あるいは消滅することが、開放空間での長期CO<sub>2</sub>付加実験（FACE実験）により、水稻をはじめ多くの作物で確認されている。一方リンゴの場合、個葉の光合成速度は短期的な高CO<sub>2</sub>環境下で一時的に増大する。しかし、長期間高CO<sub>2</sub>環境に置かれた場合の光合成応答に関しては、世界的

にもほとんど知見がない。

(2) 今世紀後半には気温も現在より 3~4℃上昇する可能性が高く、リンゴ樹はこの気温上昇によっても様々な影響を受ける。例えば、4月の高温は発芽を早め生育期間を延長させるので、果実収量の増大に結びつく可能性がある。その反面、7月の高温は花芽分化を抑制して翌年の開花不良につながり、8~10月の高温は赤色品種の果実着色を阻害し、収穫後の貯蔵性を低下させる。一方 7~10月の光合成量は日射量に強く依存し、気温の高低とはほぼ無関係であった。ただしこれらの知見は、圃場樹に長期間高温処理を施して確認したものではない。また青森県では、2011年にリンゴが予期せぬ開花不良から記録的な不作となった。前年7月の高温が原因と考えられるが未知の要因が介在する可能性もあり、高温の翌年や翌々年への影響を実証的に解明することは喫緊の課題となっている。

(3) CO<sub>2</sub>濃度と気温の上昇は、リンゴ園の土壌環境にまで複雑な影響を及ぼすと考えられる。土壌有機物の収支を考えると、高温により微生物活性が高まり分解量が増大する一方、高CO<sub>2</sub>濃度が物質生産量の増大を通して落葉量や下草の刈取量を増大させるため、供給量も増大する可能性がある。また蒸発散量は、高温や葉面積増大の影響で増大する可能性がある一方、高CO<sub>2</sub>下で気孔が閉じ気味になるため減少する可能性もある。このような土壌環境の変化は、リンゴ樹に再び影響するであろう。

(4) リンゴ樹の経済寿命は数十年であり、植付品種の選定や品種改良は数十年後の状況を見極めて行わなければならない。また永年性作物であるため作期移動が不可能であり、露地栽培されるため人為的な気象改良策も制限される。そのためリンゴ生産者は、今から数十年後の気候変動に向き合う必要がある。

## 本研究の特徴

- (1) 開放空間での実験 (FACE実験) ではなく、半閉鎖系空間での実験である。そのため、本研究で想定される光熱費 (年間112万円) は、FACE実験におけるCO<sub>2</sub>ガス代金の10分の1以下であり、コストパフォーマンスが極めて高い。
- (2) 将来は降水量の変化も予想されるほか、灌水は数少ない屋外の気候改変技術であることから、従来のFACE実験にはない独創的な試みとして少灌水と多灌水のサブプロットを設定した。
- (3) FACE実験では個体群レベルの光合成測定は難しいが、本研究ではハウスを大型同化箱として利用し、個体群光合成速度の測定を試みる。
- (4) 幅広い分野の専門家が共同で実施する極めて学際的な研究である。

## ビニールハウスの概要

**A棟 (対照区)・・・B棟およびC棟**と同じ大きさの単管パイプハウスで、サクランボ用の雨よけハウスを利用している。側壁や妻部を被覆せず常に開放することで、冷暖房装置や換気装置を設置することなく、ハウス内が外部と同じ大気環境になるよう管理す

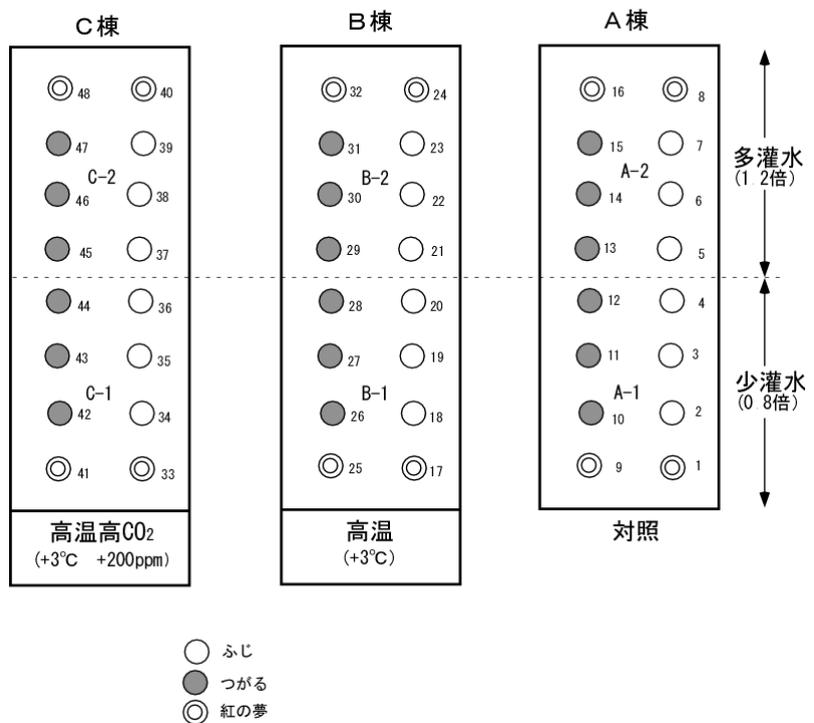
る。

**B棟 (高温区)**・・・幅 7.2m、奥行 20m (うち前室 3m)、軒高 3.5m、棟高 5.0m の、ポリオレフィンフィルムで被覆されたパイプハウスである。気温が常に外気より 3℃高くなるよう必要に応じて暖房しつつ、湿度や CO<sub>2</sub> 濃度は十分に換気してほぼ外気に等しくなるよう管理する。そのため、灯油燃焼式の暖房装置 (FF ストーブ) 1 台、換気扇 2 台、循環扇 1 台を設置し、側壁フィルムは自動巻上げ可能となっている。

**C棟 (高温・高 CO<sub>2</sub> 区)**・・・B 棟と同じ大きさで構造のハウスである。CO<sub>2</sub> 濃度が常に外気より 200ppm 高くなるよう人為的に CO<sub>2</sub> を供給しつつも、十分に換気して湿度は外気に等しくなるよう管理する。それと同時に冷暖房を行い、気温が常に外気より 3℃高くなるよう調整する。そのため B 棟と同じ換気扇と循環扇に加え、灯油燃焼式の CO<sub>2</sub> 発生器 1 台とヒートポンプ (エアコン) 2 台が設置されている。

### 試験区内の灌水管理と品種構成

各試験区内の 16 樹への灌水管理と品種構成は右図に示した。供試樹へは、4 樹ずつ高さ 1m から下方に向けてスプリンクラーで灌水する。8 樹は平年の 80% の降雨環境を模して灌水する少灌水サブプロットとし、残る 8 樹は将来の降水量増加を想定し、平年の降水量の 1.2 倍程度の灌水を行う多灌水サブプロットとする。両サブプロットとも、“ふじ”、“つがる”各 3 樹と“紅の夢”2 樹で構成する。“ふじ”と“つがる”は主力の赤果皮品種であり、高温下で着色不良が懸念されることから供試した。“紅の夢”は果肉まで赤く着色する品種で、果肉着色の高温影響を解明するために供試した。



## 研究内容およびタイムテーブルと役割分担

	研究・調査内容	実施年度					担当者(●は主、○は副)							
		18	19	20	21	22	伊藤	石神	叶	荒川	遠藤	加藤	青山	石田
1	温室建設と温室換気性能の評価						●	○						
2	温室内環境の計測と可視化						○		●					○
3	環境制御プログラムの開発						○	●						○
4	果実品質調査／果実貯蔵性調査									●				
5	フェノロジー調査						●			○				
6	光合成・蒸散・乾物生産量調査						●							
7	土壌呼吸速度の鉛直プロフィールの推定											●		
8	土壌水分・地温・ECの測定と水分・窒素動態解析										●		○	
9	土壌有機物、土壌物理性の調査分析									○	○		●	
10	葉の窒素含有量の非破壊推定								●					

### 研究費獲得までの経緯

- 1) 農学生命科学部に所属している7名の教員が、2014年に本研究推進のためのプロジェクトチームを結成した。
- 2) 本研究用地として藤崎農場内のリンゴ園跡地6aを選定し、堆肥を5トン/10a投入して地力の増進と肥沃度の均一化を図った。
- 3) 平成2015年4月に、市販のリンゴ苗木を購入し、16樹よりなるミニ個体群を3反復で植え付けた。その際早く成木に到達するよう、矮性台木(M26)の苗木を使用した。
- 4) その後現在まで、慣行通りの農薬散布と草刈りに加え、除草、灌水と枝梢管理を入念に実施した。
- 5) 平成2016～2017年には農学生命科学部より資金援助を受け、様々な事前調査を実施した。
- 6) 欠落分野を補強するため2016年には理工学部の石田を、2017年から千葉大学の石神を加え、万全の推進体制を構築した。
- 7) 2016年度より、毎年文部科学省に研究資金の申請を続けてきたところ、2018年度に採択された。

### 本発表の対応者

農学生命科学部 附属生物共生教育研究センター 准教授 (12月から教授)

伊藤 大雄 (いとう だいゆう)

0172-75-3027

daiyu@hirosaki-u.ac.jp