

令和 6 年 5 月 7 日現在

機関番号：14301

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2023

課題番号：20K15521

研究課題名（和文）硫化水素施与による暖温帯域における亜熱帯果樹の低温ストレス軽減技術の確立

研究課題名（英文）Establishment of a chilling stress reduction method for subtropical fruit crops grown in warm temperate zones by application of hydrogen sulfide

研究代表者

近藤 友大（KONDO, Tomohiro）

京都大学・農学研究科・准教授

研究者番号：50758422

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：硫化水素の施与によって亜熱帯果樹のパッションフルーツとアボカドの低温ストレス下での光合成速度が15-30%程度促進されることが明らかになった。一方で、熱帯果樹のカカオでは光合成促進効果はなかった。それぞれの作物にとって軽微な低温ストレスであれば、光合成が促進されるが、重度のストレス下では光合成は促進されないと考えられた。またパッションフルーツでは、光合成促進は果実品質の向上にはつながらなかった。さらに、葉の損傷の指標であるFv/Fmなどには硫化水素の影響はなかった。すなわち、葉の損傷や植物体の枯死を抑制する効果はなかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

近年、亜熱帯果樹の栽培が暖温帯域にも拡大している。このような状況下において、冬季の低温ストレス下においても健全に生育させることが求められている。本研究結果によって、軽微な低温ストレス下であれば、光合成を促進することが可能であり、健全に生育させることが可能であることを示した。この成果は、今後拡大する亜熱帯果樹生産現場に貢献することが予想される。

研究成果の概要（英文）：The application of H₂S enhanced photosynthetic rate in passion fruit and avocado, by 15-30% under low temperature stress. On the other hand, no photosynthetic enhancement was observed in cacao. It is considered that photosynthesis were enhanced under mild low temperature stress, but not under severe stress for each crops. In passion fruit, enhanced photosynthesis did not improve fruit quality. Furthermore, H₂S had no effect on Fv/Fm, an indicator of leaf damage. In other words, H₂S did not suppress leaf damage or plant death.

研究分野：園芸科学

キーワード：硫化水素 低温ストレス 亜熱帯果樹 パッションフルーツ アボカド 光合成 葉の損傷

様式 C - 19 , F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

温暖化の進行に伴い、高温による温帯果樹の栽培上の問題が顕在化しており、対応が求められている。常緑果樹の栽培地である暖温帯域では亜熱帯果樹の導入が有力な対応策の1つになる。比較的低温耐性のあるパッションフルーツ・アボカドが導入されているが、冬季の低温による枯死、秋季の低温による光合成速度低下に伴う果実品質低下が報告されている。そこで、亜熱帯果樹の低温ストレスを軽減する栽培技術の確立が求められる。凍結に至らない低温ストレスは、植物体内の酸化ストレスによって生じることが知られている。これまでに、遮光による酸化ストレスの軽減によって低温によるアボカドの枯死が回避できること、硫化水素 (H_2S) 施与による酸化ストレスの軽減によって低温下でのパッションフルーツの栄養生長が促進されること指示してきた。一方で、その効果の程度は評価出来ていなかった。

2. 研究の目的

本研究の目的は、 H_2S 施与によって暖温帯域の亜熱帯果樹の低温ストレスを軽減する栽培技術を確立することである。そこで本研究期間内には、栽培技術確立のための知見を得るために、冬季の低温による枯死の回避、果実品質向上を最終目標とした低温下での光合成促進の2つに焦点を当て、人為的にコントロールしやすい H_2S の効果の程度を明らかにする。 H_2S 施与により、生存可能な最低気温を何引き下げられるか、光合成を何%促進させられるかを数値で示し、栽培技術確立のための基礎的情報とする。

3. 研究の方法

試験1 パッションフルーツの光合成速度、葉の損傷および果実品質におよぼす H_2S 施与の影響
2021年2月10日-3月17日および2021年10月23日-2022年1月31日の計2回、京都大学の無加温温室で栽培されている、パッションフルーツ(品種:サマークイーン)の1年生挿木苗に、 H_2S 源として0.5 mMのNaHS水溶液を土壌に施与した。対照区には同量の水道水を施与した。これらの植物の光合成速度およびSPAD値を適宜測定した。また葉の損傷の指標としてPSIIの最大量子収量(Fv/Fm)も測定した。2回目の実験に関しては、果実を収穫し、果実重、果実の横縦径、果汁重、果皮色、滴定酸度、可溶性固形物含量を測定した。

試験2 アボカドの光合成速度および葉の損傷におよぼす H_2S 施与の効果

宮崎大学の露地圃場で100L容の鉢で栽培されているアボカド(品種:ベーコン)5年生接木苗10個体を供試した。露地圃場の畑土壌を鉢土とした。5個体に2019年10月2日から翌年3月8日まで週に1回0.5 mMのNaHS水溶液を1L施与した。残り5個体には水道水を施与した。11月24日、12月28日、1月27日、3月8日に光合成速度・SPAD・Fv/Fmを測定した。

試験3 熱帯果樹カカオの光合成速度および葉の損傷におよぼす H_2S 施与の効果

京都大学の無加温温室において、カカオの1年生実生苗を用いて2021年10月23日-12月20日および2022年10月8日-11月8日に試験をおこなった。2021年の試験では、週に2回0.5mMのNaHS水溶液を50mL施与した。対照区には水道水を同量施与した。2022年の試験では、異なる光強度(強・弱光区)下において、 H_2S の効果を検証した。10月12日から、強・弱光区のそれぞれ半数の個体に、0.5 mMのNaHS水溶液50 mLを用いて、週に1回 H_2S を施与した。残りの半数には水道水を施与した。2週間に1回、光合成速度・SPAD・Fv/Fmを測定した。

4. 研究成果

試験1

2021年の2-3月の試験においては、最低気温5°Cを下回るような低温ストレス下において、 H_2S による光合成促進効果はなかった。また、SPAD値、Fv/Fmに対する影響もみられなかった。一方で、2021年10月-2022年1月の試験においては、最低気温が5-10°C程度の低温において光合成が15%程度促進された(図1)。一方で、最低気温が5°Cを下回るような条件では、光合成は促進されなかった。また、SPAD値、Fv/Fm(図2)の低下を抑制する効果はなかった。果実品質に関しても、 H_2S 施与の影響はなかった。

試験2

最低気温が0-5°C程度であった12月の測定では、 H_2S による光合成促進効果はなかったが、最低気温が5-10°C程度であった1、3月の測定では光合成速度が30%程度促進された(図3)。一方で、SPAD値、Fv/Fm(図4)の低下を抑制する効果はなかった。

試験3

2021年、2022年ともに、最低気温が10°C程度の低温下における H_2S による光合成促進効果はみられなかった(図5)。また、SPAD値、Fv/Fm(図6)の低下を抑制する効果もなかった。

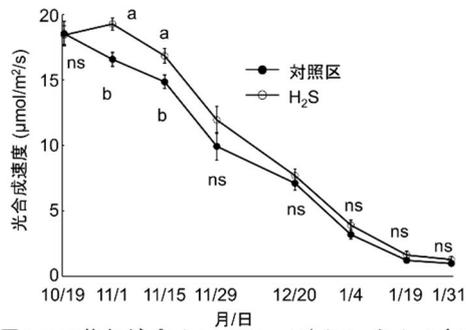


図1 H₂S施与がパッションフルーツ‘サマークイーン’の光合成速度におよぼす影響

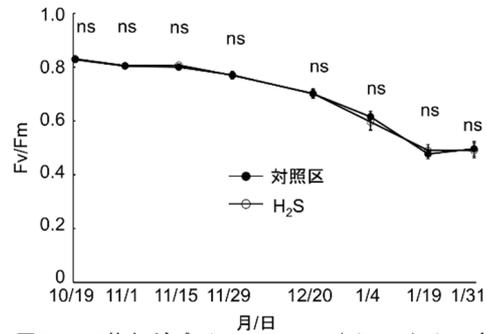


図2 H₂S施与がパッションフルーツ‘サマークイーン’のFv/Fmにおよぼす影響

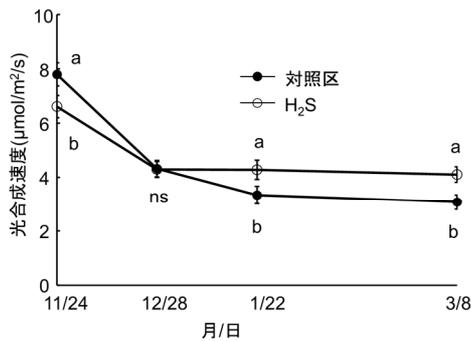


図3 H₂S施与がアボカド‘ベーコン’の光合成速度におよぼす影響

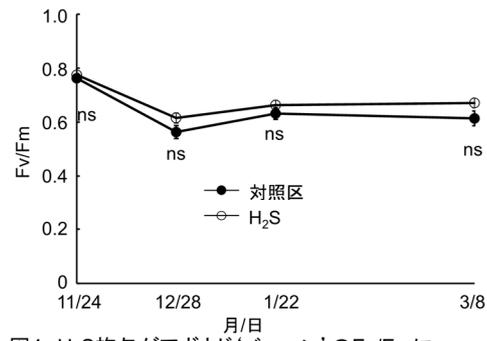


図4 H₂S施与がアボカド‘ベーコン’のFv/Fmにおよぼす影響

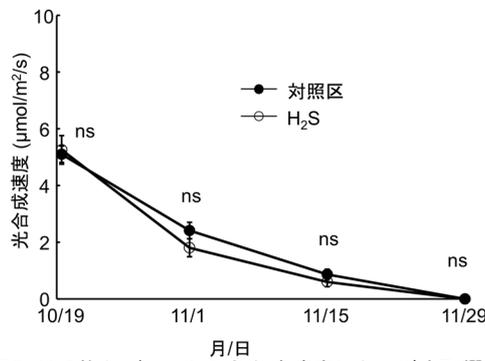


図5 H₂S施与がカカオの光合成速度におよぼす影響

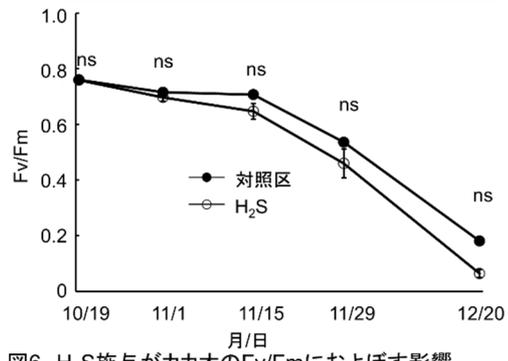


図6 H₂S施与がカカオのFv/Fmにおよぼす影響

総合考察

パッションフルーツ、アボカドともに 5-10°C程度の軽微な低温ストレス下においては H₂S 施与によって光合成が 15-30%程度促進された。一方で、5°C以下のやや強い低温ストレス下では光合成は促進されなかった。熱帯果樹のカカオの光合成が促進されなかったため、10°C程度の低温でもカカオにとっては強い低温ストレスであった可能性がある。一方で、H₂S 施与による PSII の損傷抑制効果はみられなかった。したがって、H₂S 施与によって生存可能な低温を引き下げる効果は期待できないことが示された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 尾川未来・近藤友大・樋口浩和
2. 発表標題 硫化水素の施与が高温ストレス下でのパッションフルーツの生育と生理反応に及ぼす影響
3. 学会等名 園芸学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 近藤友大・川合 径・西岡一洋・松坂裕治
2. 発表標題 遮光と硫化水素施与がカカオの低温ストレス下での生理反応におよぼす影響
3. 学会等名 日本熱帯農業学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 近藤友大・川合 径・松坂裕治
2. 発表標題 硫化水素施与がパッションフルーツ，アボカド，カカオの低温ストレス下での生理反応におよぼす影響
3. 学会等名 日本熱帯農業学会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------