

令和5年度
中国四国地域産地向けセミナー
2024年1月12日

根域（根圏）の水分制限による高品質果実生産

シールディングマルチとマルドリの 併用による品質向上と肥料溶脱削減

農研機構 西日本農業研究センター
志村もと子

消費者が温州ミカンに最も期待するのは？

1位 **高糖度で甘い** こと

中央果実協会
平成26年度果物の消費に関する
アンケート調査報告書

一般的なミカン

極早生	：糖度9度
早生	：糖度10度
普通	：糖度11度

消費者の希望「もっと甘いミカンが食べたい！」
糖度12度以上（極早生は11度以上）

高品質な果実を作る栽培法が求められる

環境に関するさまざまな問題

- 施肥による地下水汚染
- 地球温暖化による異常気象
- 農地から発生する温室効果ガス
- SDGs 持続可能な農業

などなど・・・

環境に優しい栽培法が求められる

高品質な果実を作る栽培法

- ・ マルドリ栽培とは？
- ・ シールディング・マルチ栽培（NARO S.マルチ）とは？

環境に優しい栽培法

- ・ 肥料溶脱とは？ ～溶脱を減らすと何が起きる～
- ・ 地球温暖化への影響

果実が大きくなる時期

…水が必要

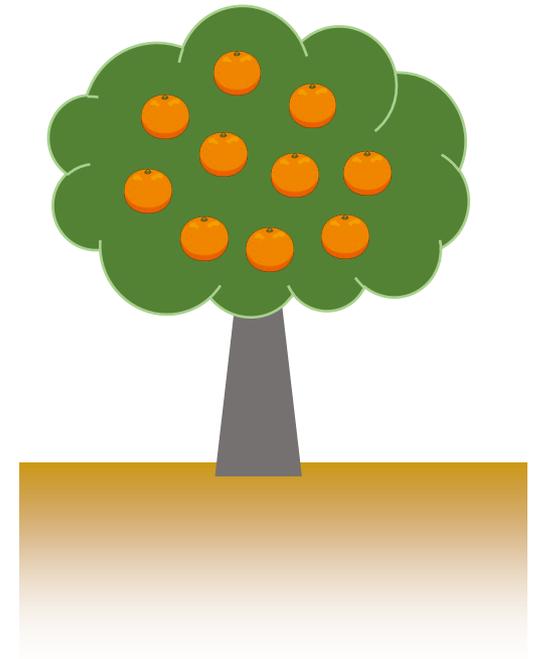
糖度が上がる時期

…乾燥させる

土の湿り気を調節して、**適切な時期に適切な乾燥ストレス**をかけることが重要

もし失敗すると？

実が小さい、酸っぱい、味が薄い…



高品質な果実を作る栽培法

- ・ マルドリ栽培とは？
- ・ シールディング・マルチ栽培（NARO S.マルチ）とは？

環境に優しい栽培法

- ・ 肥料溶脱とは？ ～溶脱を減らすと何が起きる～
- ・ 地球温暖化への影響

土壌の水分を調節しやすい栽培はないか

根域制限栽培

メリット

- ・確実に乾燥ストレスを与えられる

デメリット

- ・初期費用がかかる
- ・苗木から始めないといけない
- ・土量不足による樹勢低下や収量減少が生じやすい



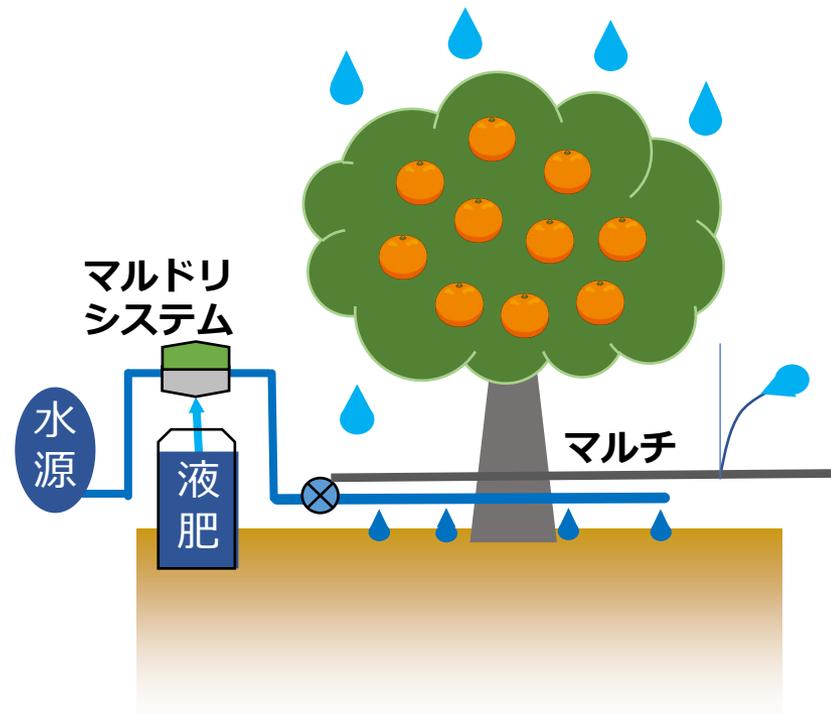
周年マルチ灌水同時施肥法（マルドリ方式）

マルチ・ドリップ ⇒ **マルドリ**
点滴かん水

果実肥大の時期・・・水が必要
糖度上昇の時期・・・乾燥させる

マルチで雨をさえぎり、点滴
かん水で土の湿り気を調節
乾燥ストレスを与える

- 天候の影響を軽減 → 高品質・安定生産
- かん水の自動化・除草不要 → **省力化**
- 肥料を減らせる → 環境改善



さまざまなマルドリ



樹の高さ約150cm
手入れのしやすさ優先

さまざまなマルドリ

樹の高さ約2m
面積あたり生産量多い



さまざまなマルドリ



急斜面に
マルチ



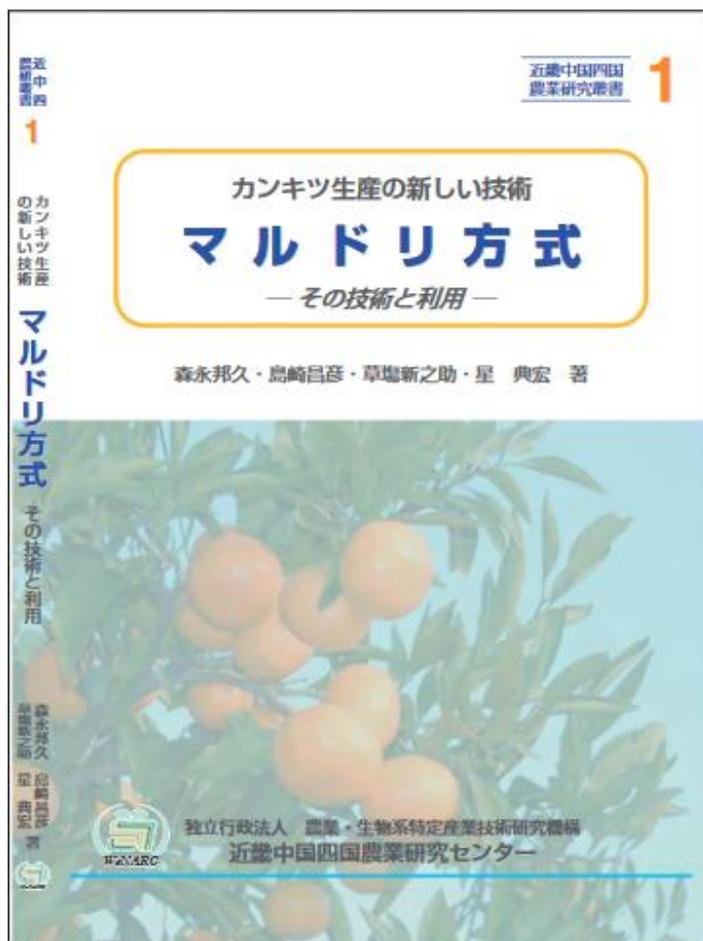
コスト**増**の要因

- ・かんがい施設 …貯水池、ポンプ、水路など
- ・かん水施設 …液肥タンク、液肥混入器、点滴チューブなど
- ・マルチシート

コスト**減**の要因

- ・除草剤がいらぬ
- ・隔年結実（表年・裏年）がなくなる ⇒ 不作の年がなく収入安定
- ・異常気象による被害が減る
- ・高品質によるブランド ⇒ 高値で売れる
- ・労働時間の減少 ⇒ 面積を増やして規模拡大できる

マルドリを知りたい方へ

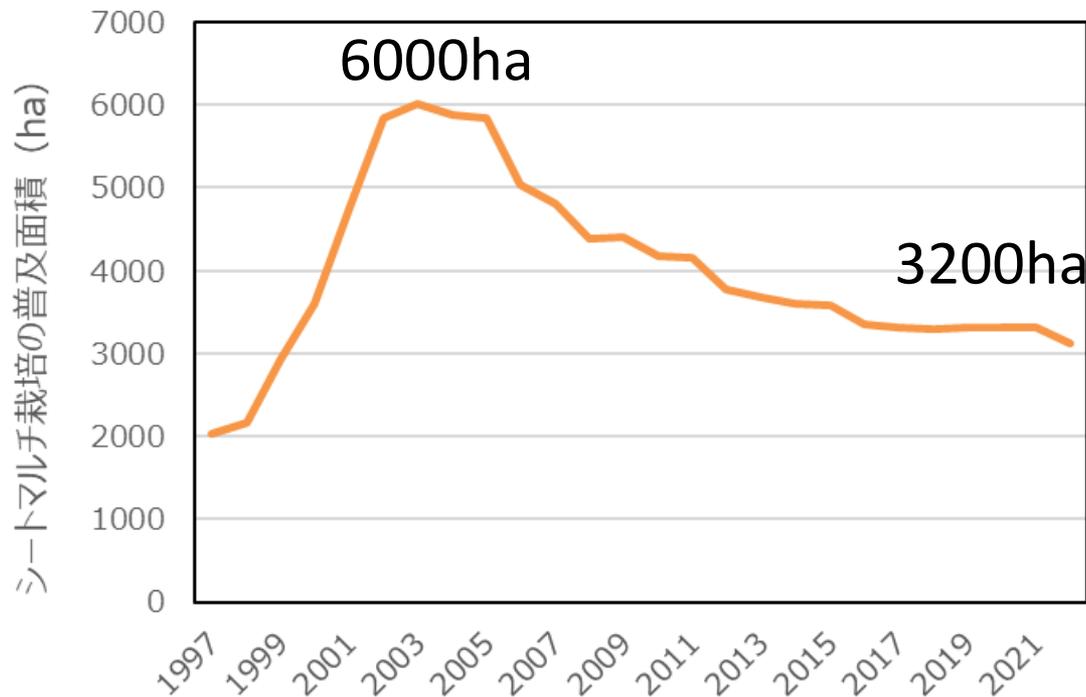


マルドリマニュアル

検索

安定した高品質果実生産ができないケース

- ・ 雨水のマルチ下への流入（ゲリラ豪雨）
- ・ 樹の成長にともなって根がマルチの外へ伸びていく



(日園連調べ)

マルチ栽培は2003年のピークからおよそ半減

改良のポイント

- ① 確実な乾燥ストレス付与による高品質果実の安定生産
- ② 低コスト
- ③ 成木にも使える
- ④ スピードスプレーヤー等の機械管理ができ、大規模化に対応
- ⑤ 樹の生育に支障がない

シールディング・マルチ栽培（NARO S.マルチ）

2020年公表、2022年特許取得（第7102010号）

高品質な果実を作る栽培法

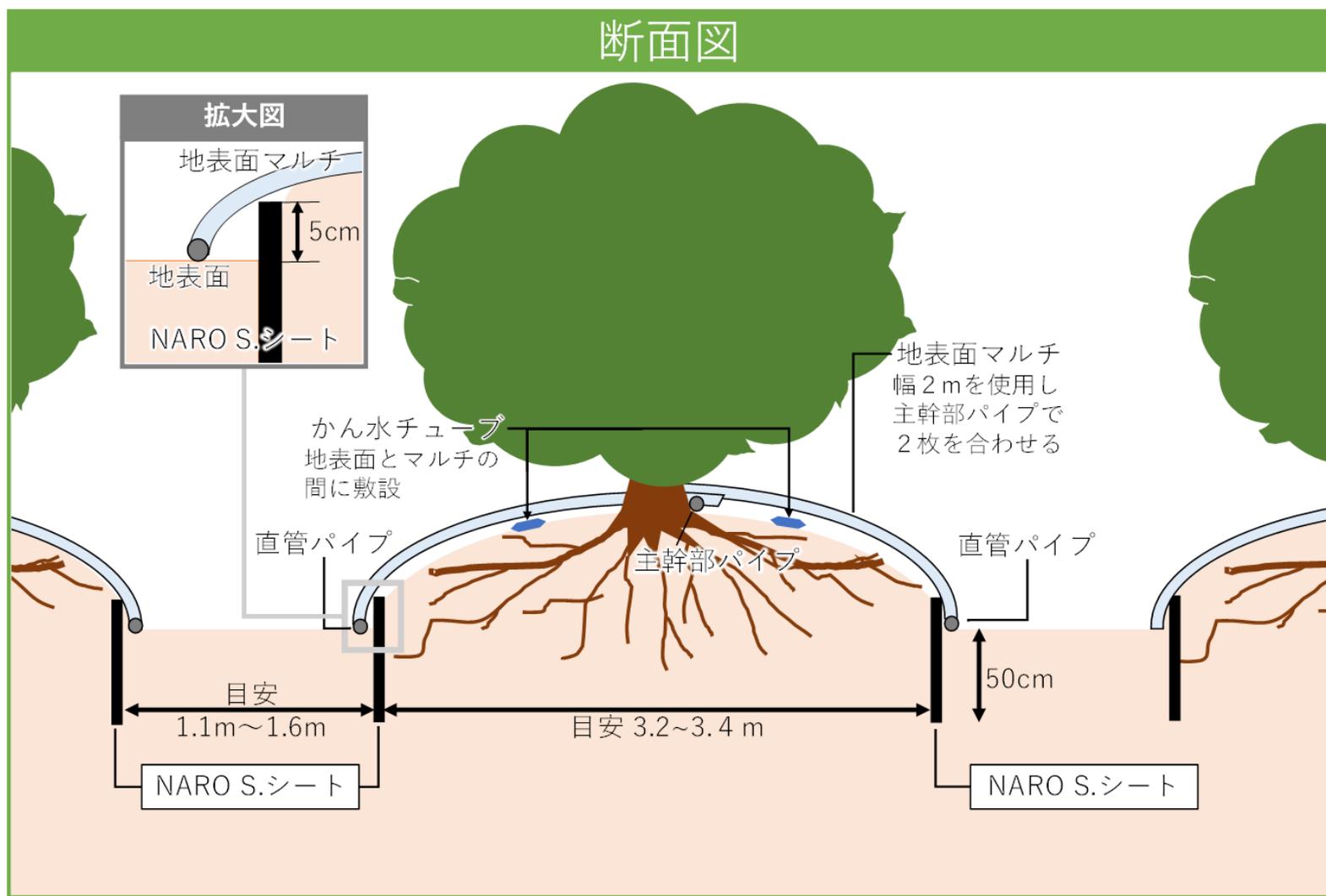
- ・ マルドリ栽培とは？
- ・ シールディング・マルチ栽培（NARO S.マルチ）とは？

環境に優しい栽培法

- ・ 肥料溶脱とは？ ～溶脱を減らすと何が起きる～
- ・ 地球温暖化への影響

動画視聴

ポイントは、 排水設計とNARO S.シートの埋設



80mm/hの雨が降っても、根域に雨水が入らない

（仕様）

ポリエチレン製

サイズ：厚さ2.0mm×幅550mm×長さ30m

重さ：24kg

（特徴）

防根性：通路への根の伸長を制限

防水性：通路からの浸透水を防ぐ

自立性：通路からの地表水を防ぐ

耐久性：20年以上

（販売元と参考価格）

販売元：日園連

参考価格：16,000円（税抜き）



S.マルチには**NARO S.シート**をご利用ください

S.マルチの施工方法



①埋設位置に白線



②掘削



③シート埋設



④土を戻す



⑤一部の土を畝に入れる



⑥転圧



⑦マルチ展張

みかん 栽培動画

つくりました

農研機構

『美味しいみかんを作りたい』そんな作り手の願いに応えるために、(国研)農研機構は、みかん栽培に関する動画を制作し、YouTubeで公開しております。みかんが甘くなる仕組みや、みかんの栽培に関する基本的な考え方を紹介・解説しています。今後も、みかん栽培に関連した技術紹介動画を制作・公開していく予定です。



YouTube

農研機構 みかん



農研機構 公式
YouTubeチャンネル



農研機構が開発したシールディング・マルチ栽培について、分かりやすく紹介しています。(3分55秒)



S.マルチ栽培に必要なNARO S.シートの埋設方法と上手に埋設するためのポイントを解説しています。(7分08秒)



マルチ栽培で必要となる地表面シートの設置方法と上手に設置するためのポイントを解説しています。(9分01秒)



みかん栽培で必要となるかんチューブのうち、散水チューブの設置方法を解説しています。(7分45秒)



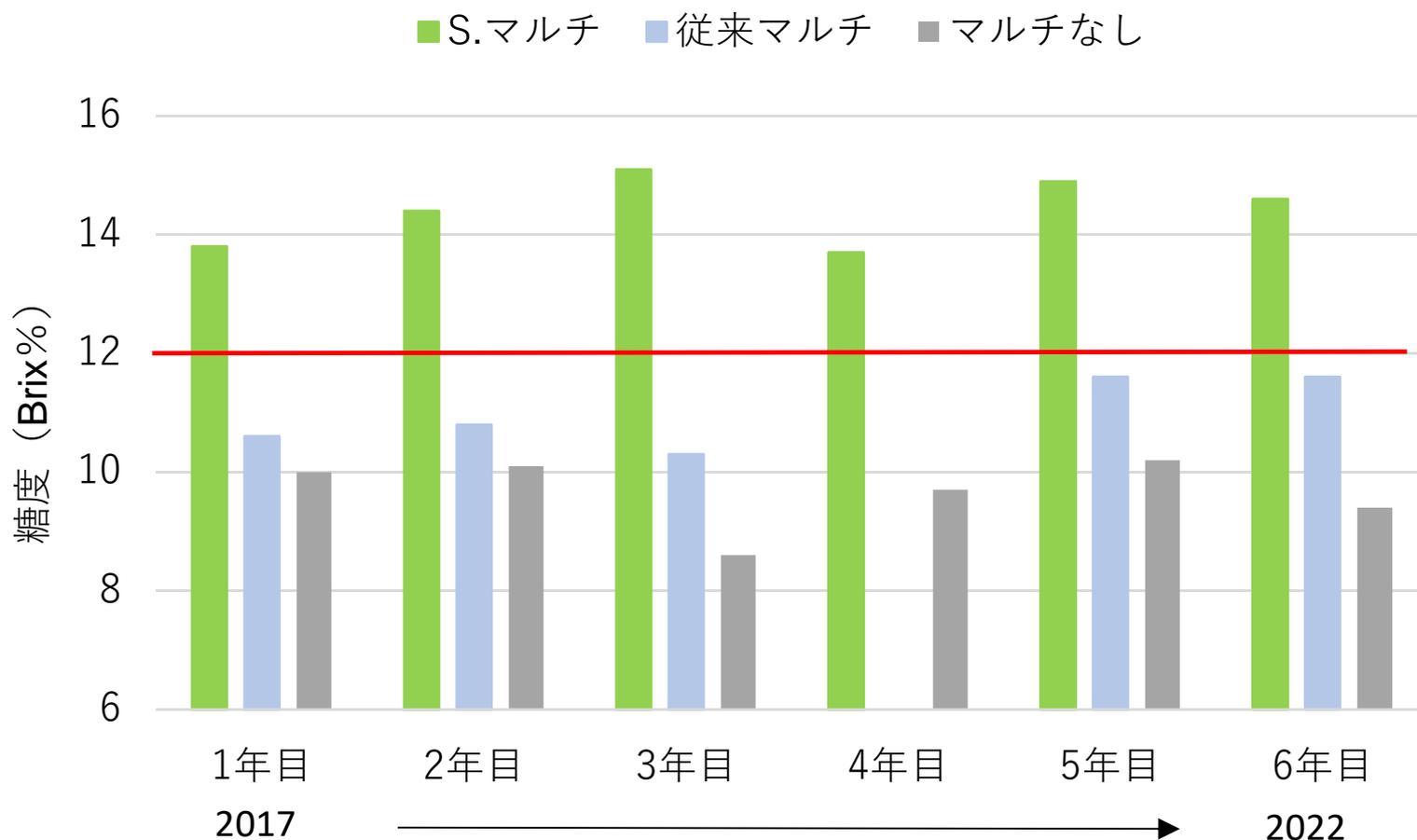
乾燥ストレスの程度を把握するための方法とかん水のタイミングについて解説しています。(9分27秒)



摘果の目的、時期、量、枝の強さによる摘果の調整などについて解説しています。(9分50秒)

実際の施工方法や管理方法は**YouTube**をご覧ください

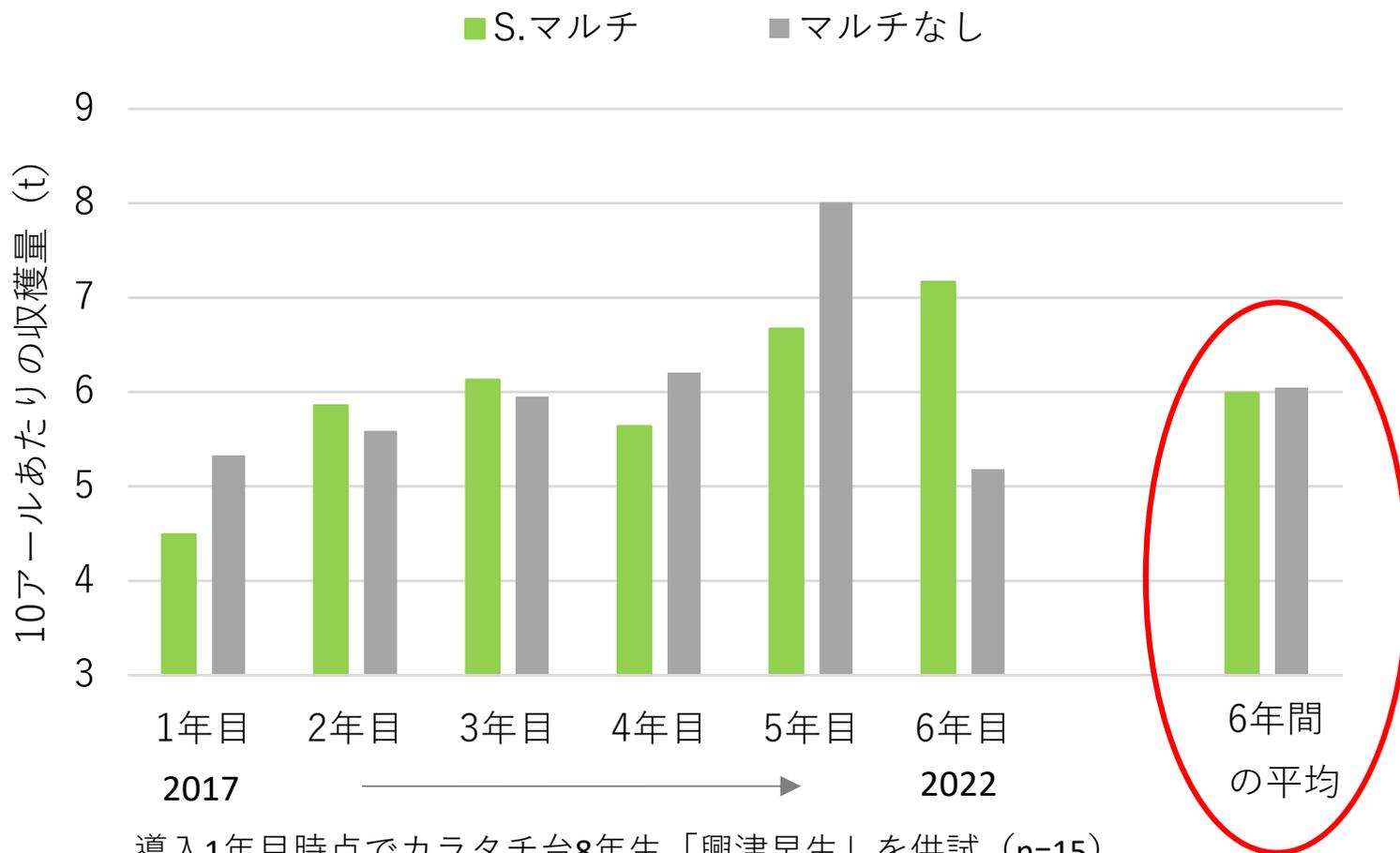
S.マルチが果実品質に及ぼす影響



導入1年目時点でカラタチ台8年生「興津早生」を供試 (n=7)
農研機構興津カンキツ研究拠点植栽

導入から毎年、糖度12度以上の高品質みかんを生産

S.マルチが**収穫量**に及ぼす影響



導入1年目時点でカラタチ台8年生「興津早生」を供試 (n=15)
農研機構興津カンキツ研究拠点植栽

S.マルチの収穫量は**マルチなしと同等**の約6.0t/10a

S.マルチの収穫前の様子（2022年産興津早生）



S.マルチの導入コスト（10アールあたり）

（単位：千円）

項目	園主が施工した場合		業者に施工を委託した場合	
	散水チューブ ^u	点滴チューブ ^t	散水チューブ ^u	点滴チューブ ^t
S.シートおよびその関連資材 ^z	230	230	230	230
かん水チューブおよびその関連資材 ^y	61	98	61	98
バックホーレンタル料 ^x	30	30	—	—
S.シート埋設工事 ^w	—	—	177	177
かん水チューブ敷設工事 ^v	—	—	50	74
計	321	358	518	579

^z 小売価格をもとにした概算額

^y 植列毎のバルブから先の配管資材とかん水チューブの概算額

^x 2 t タイプを3日間レンタルした場合の概算額（建機レンタル会社のホームページを参考）

^w 現地実証園の工事費用を10aあたりに換算した額

^v 現地実証園の工事費用を10aあたりに換算した額（バルブから先の工事に限る）

^u ミストエース20（住化農業資材，サイテキ04L-03）を2本/列で敷設した場合

^t ユニラムRC（ネタフィルム，30cmピッチ）を3本/列で敷設した場合

地表面シートおよびその関連資材は除く

生産費の上乗せは果実**1kgあたり6～9円***

*S.シートの減価償却は20年、散水チューブは10年とし、出荷量は3t/年で計算

普及対象者

- ・ これまでマルチ栽培してうまくいかなかった方
- ・ これから高品質果実生産に取り組まれる方
- ・ 所得を増やしたい方

普及対象地

- ・ 平坦地～緩傾斜地

対象品種

- ・ すべての温州ミカン
- ・ 高糖度果実生産により所得向上につながる中晩生カンキツ
(例：はれひめ、みはや etc.)

留意点

- ・ S.マルチは技術の標準化を目的に特許を取得（特許第7102010号）S.シートを購入、利用していただくことでS.マルチの技術利用が許諾されます。

S.マルチに関連する補助事業

県	事業主体	補助事業名	対象	補助率	備考
佐賀	県単事業	果樹産地活性化対策事業	S.シート 地表面マルチ 灌水資材 巻き上げ機	定額 (例：最大27 万円/10a)	セミナーやアンケート調査などの取り組み必須
熊本	県単事業	次代につながる熊本の果樹強化対策事業	S.シート 地表面マルチ 灌水資材	1/2以内	施工費含む
長崎	県単事業	ながさき型スマート産地確立支援事業費	S.シート 灌水資材 巻き上げ機	1/3以内	施工費含む
静岡	静岡県柑橘振興基金協会	高品質みかん安定生産モデル事業	S.シート 地表面マルチ	3/10以内	施工費含まない
愛媛	県単事業	未来型果樹産地強化支援事業	S.シート 灌水資材など	1/3以内	施工費含む

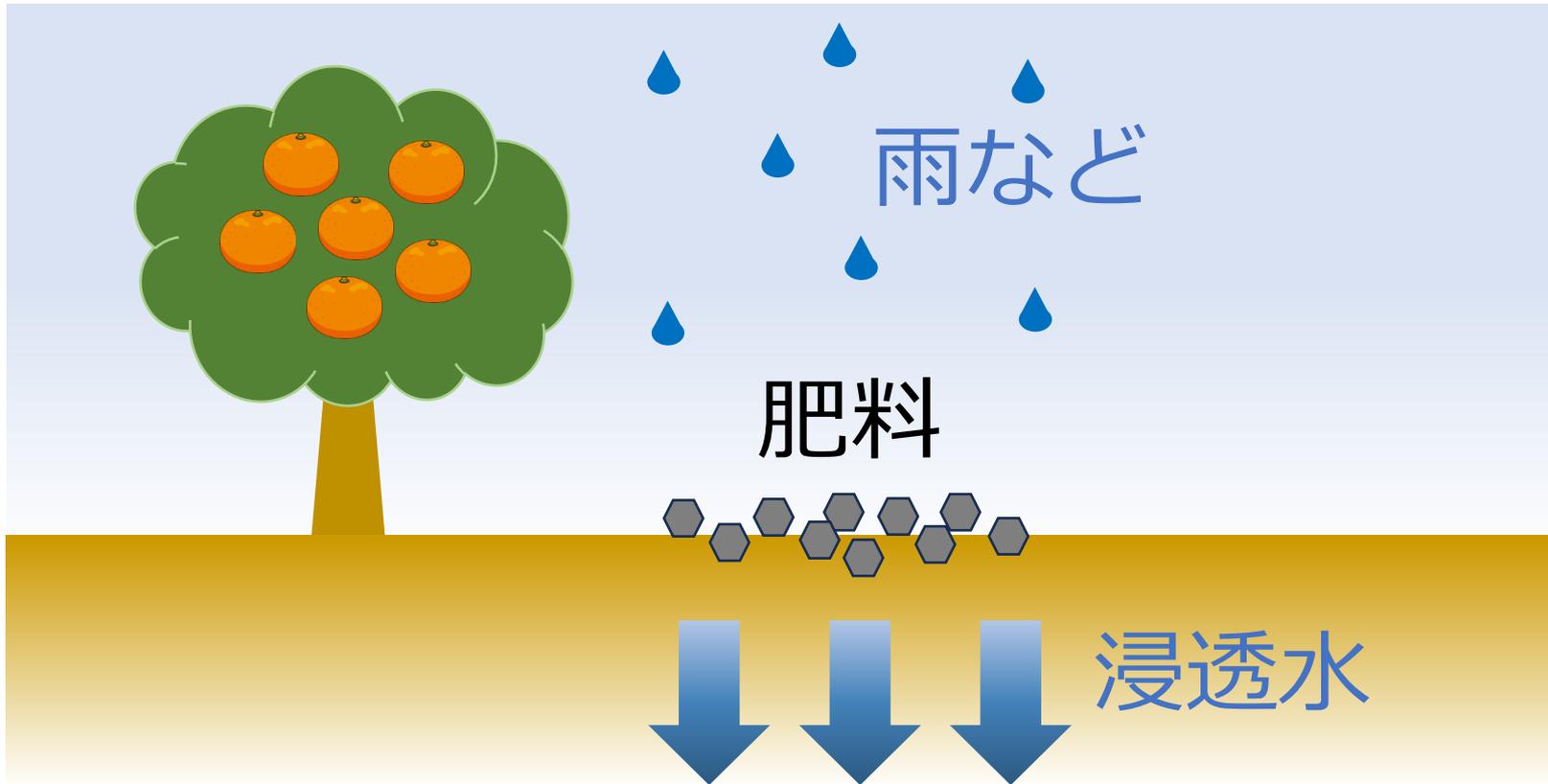
高品質な果実を作る栽培法

- ・ マルドリ栽培とは？
- ・ シールディング・マルチ栽培（NARO S.マルチ）とは？

環境に優しい栽培法

- ・ **肥料溶脱**とは？ ～溶脱を減らすと何が起きる～
- ・ 地球温暖化への影響

溶脱って？



水に溶けた肥料が地下へ脱する

溶脱

土壌水分の調節により土壌水の浸透を減らすと…

- 肥料の溶脱が減る
地下水の水質汚染の防止
- 土の中に残る肥料成分が増える
肥料を減らせる
⇒ 温室効果ガス排出量が減る

マルドリ溶脱調査（2017～2019）

場所：愛媛県今治市（大三島）

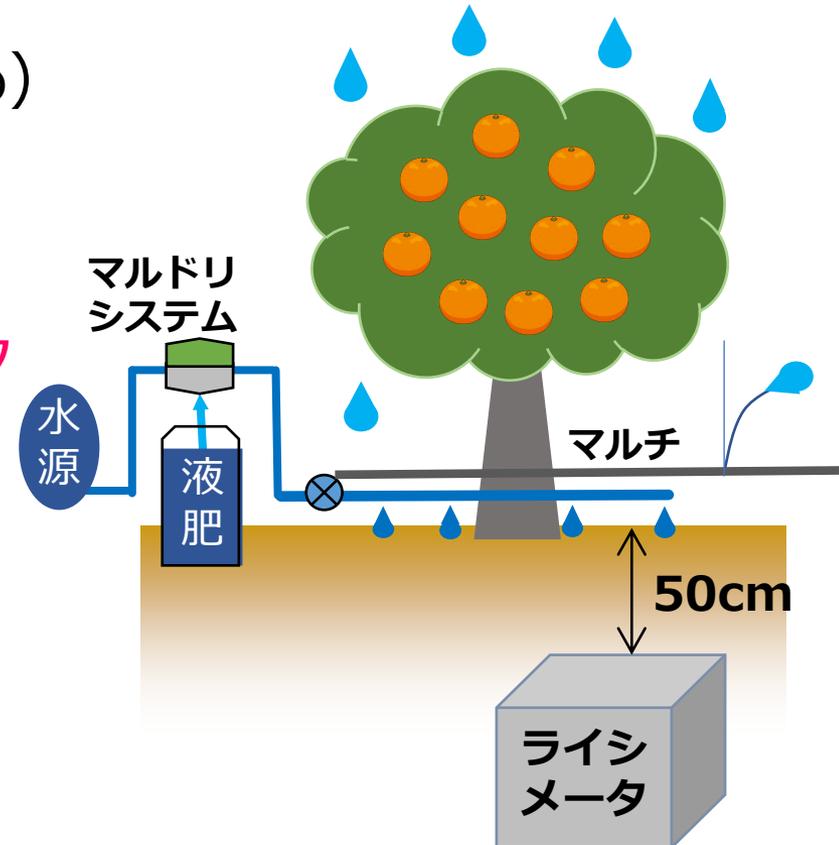
土壌：褐色森林土

作物：カンキツ（品種：はれひめ）

期間：2017年3月から3年間

方法：キャピラリーライシメータ
浸透水の水量・水質を調べる

水質：肥料成分 = 窒素
硝酸態窒素
亜硝酸態窒素
アンモニア態窒素



中は2層構造

上層に土を詰め、下層に浸透水を貯留する

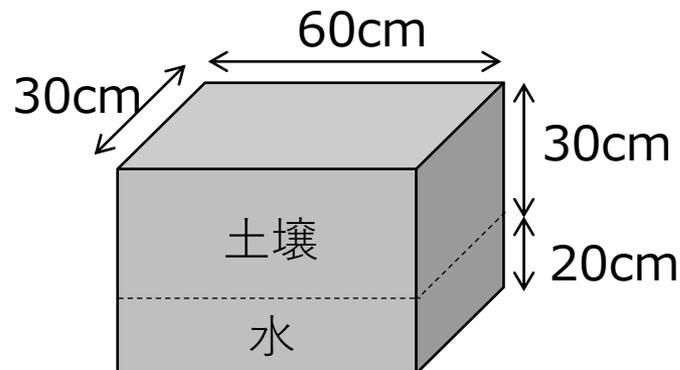


上から見たところ

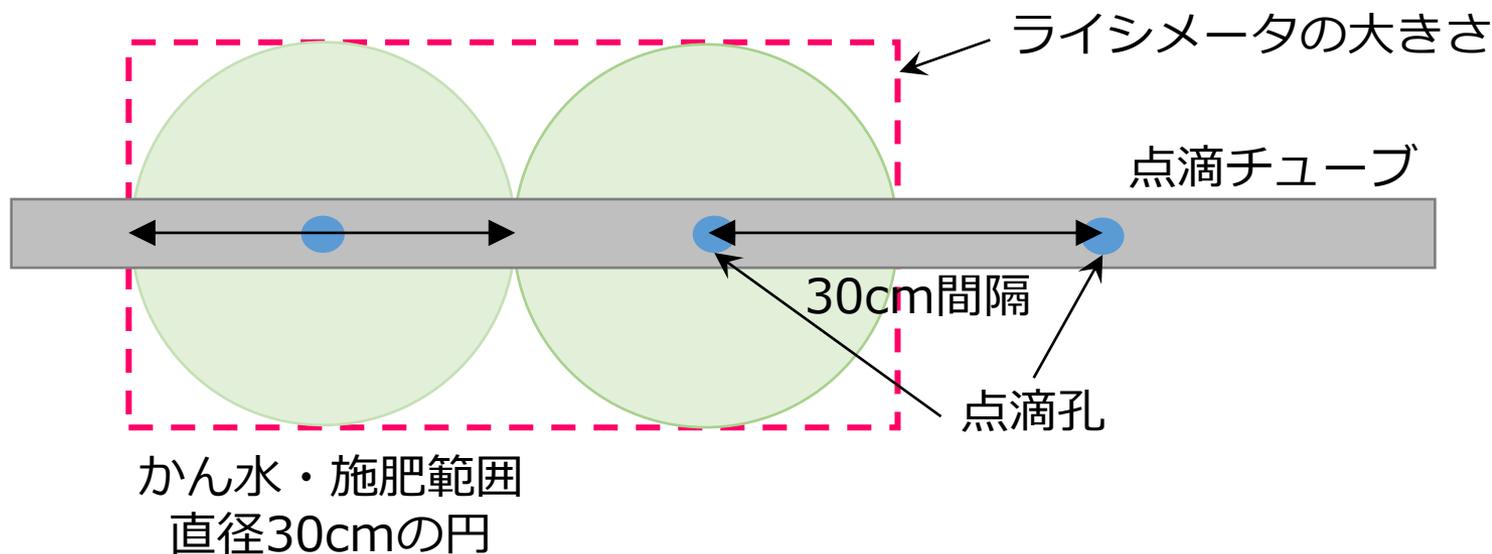


埋設箇所の土を充填

各区2個（1個／樹）設置



	露地区	マルチ区
施肥窒素量	223g/樹	露地の3割減 (2017) 露地の5割減 (2018,2019)
肥料	固形肥料	液肥同時かん水
施肥場所	全面	点滴孔の周り
かん水	雨水	雨水・点滴かん水
マルチ	なし	遮水シート



試験区周辺



試験区



マルチ区

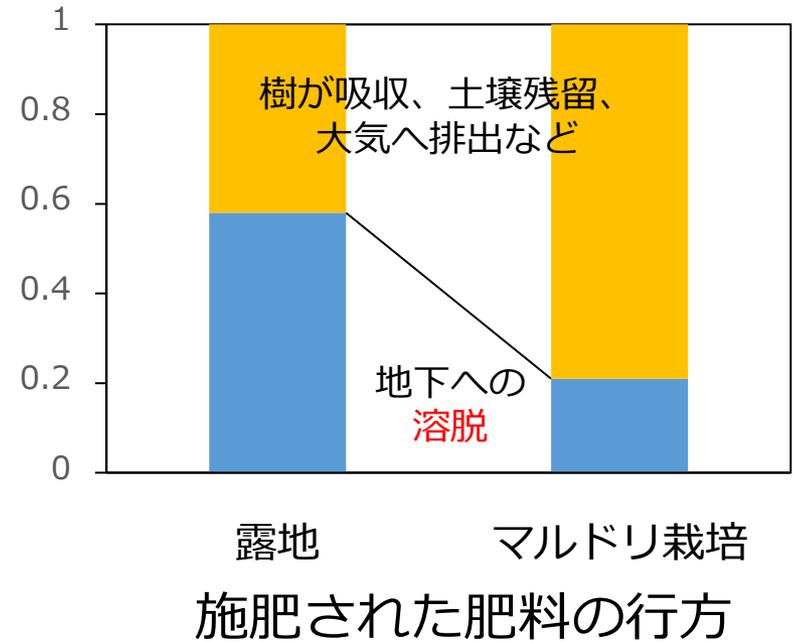
露地区

- ※ 点滴チューブは使用しない
- ※ マルチは固形肥料の流出を防ぐため施肥直後のみ使用

露地とマルドリの溶脱率

$$\text{溶脱率} = \frac{\text{溶脱量}}{\text{施肥量}}$$

地下に抜けてしまい、樹が吸えなくなる肥料の割合



溶脱率（2017～2019の平均）は

露地区 0.58 > マルドリ区 0.21

露地区での肥料ロスが多い

溶脱率は年によってかなり違う

理由：降水量・降雨の強さ・マルチ期間・かん水量・剪定など

(例) 平成30年7月豪雨 3日間で400mmの雨

マルチ外からの水の侵入により、**溶脱が急増！**



横からの水の侵入を防げば、

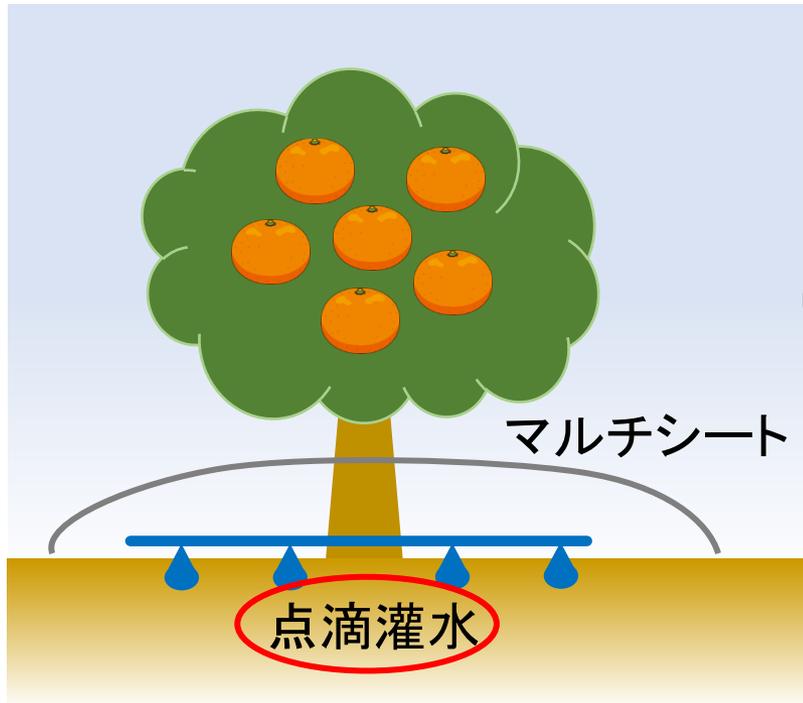
溶脱率はもっと低くなるのではないか？

溶脱を減らすには

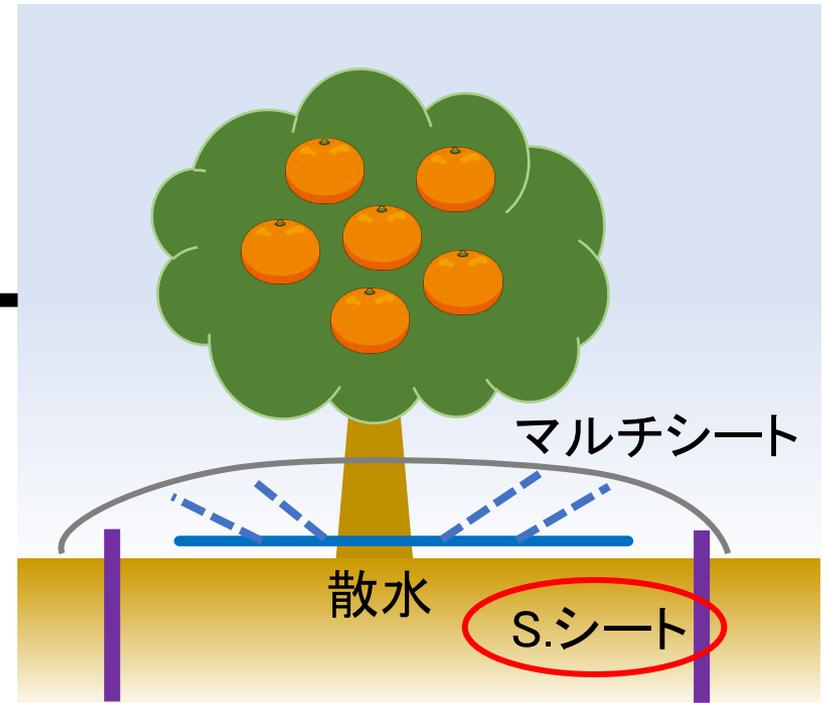
かん水量を減らす **点滴かん水**
横からの侵入を防ぐ **S.シート**
組み合わせが有効ではないか？

マルドリ (**点滴灌水**) とNARO S.マルチ (**S.シート**) を
組み合わせた時の**溶脱減少**と**減肥効果**を明らかにする。

マルドリとS.マルチ

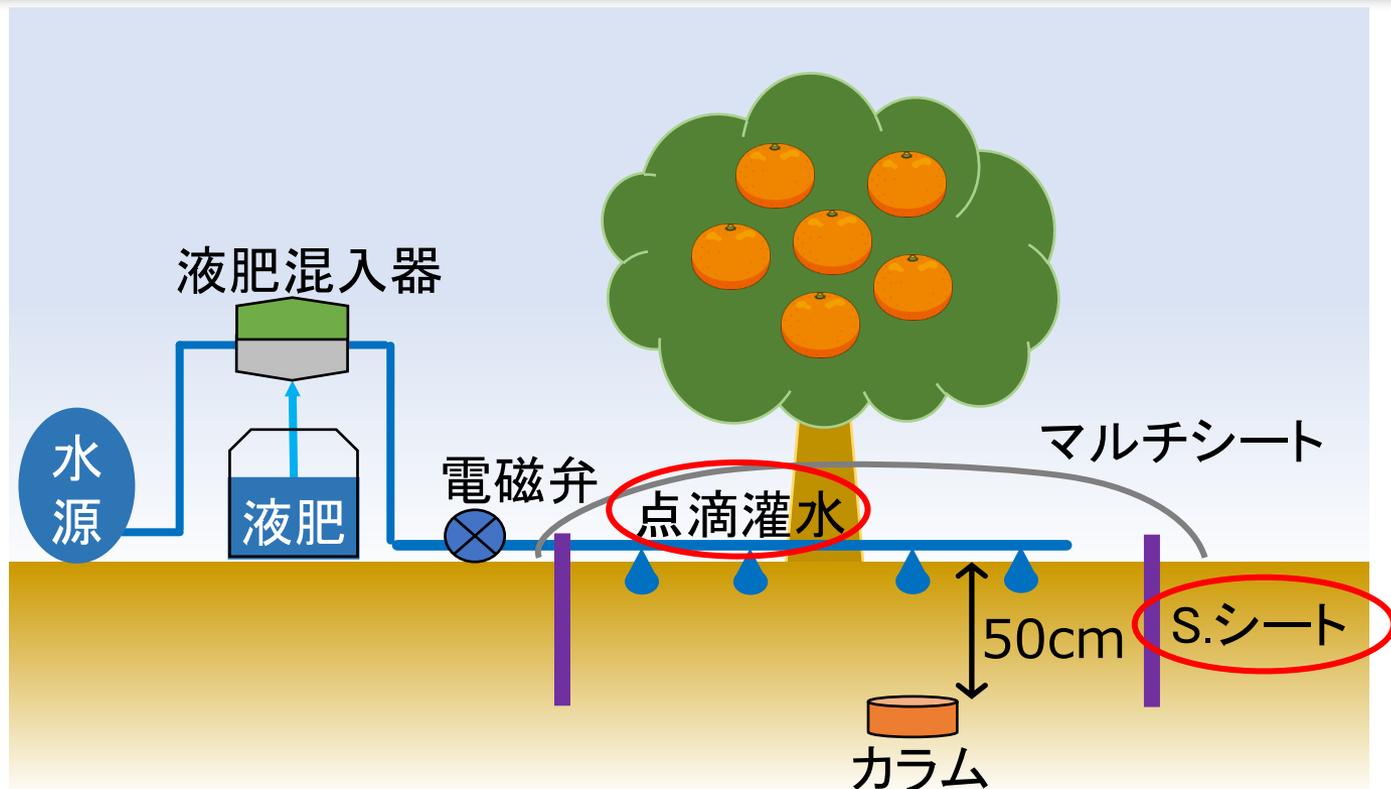


+



周年マルチ点滴灌水同時施肥法
(マルドリ)

シールディング・マルチ栽培
(NARO S.マルチ)

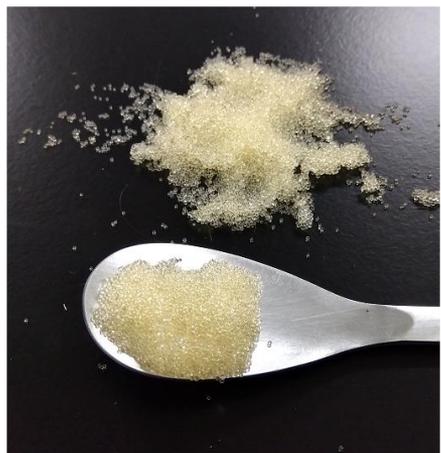


S.マルチ区 (NARO S.マルチ + マルドリ)

各試験区の深さ50cmにカラムを3個ずつ設置
S.マルチ区では、点滴孔の真下に置く

溶脱の簡単な調査方法の開発

イオン交換樹脂に溶脱窒素を吸着させ、溶脱量を計算



樹脂が飽和しないよう、十分な量を充填

埋設

根域の下に横から差し込む

カラム上の根をなるべく痛めない

カラムまわりに隙間を作らない

回収

樹脂を包む不織布を破らない

根がカラムを貫通している場合は

周囲の土ごと掘り取るか、根を切る



試験地：西日本農業研究センター（香川県善通寺市）

対象：早生温州（小原紅早生）褐色森林土

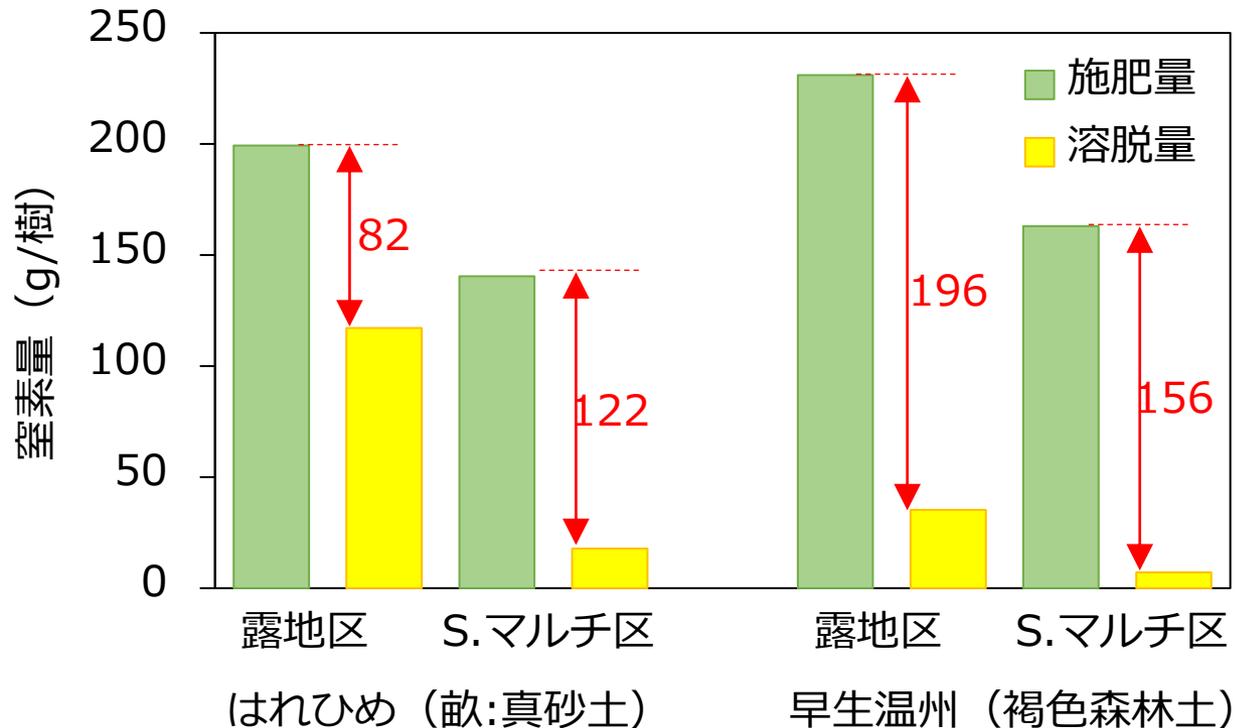
はれひめ 褐色森林土 + 畝部真砂土

カラム埋設期間：2021年10月から1年間

分析方法：樹脂に吸着した窒素の量を測定

試験区の条件

	露地区	S.マルチ区
灌水	雨水のみ	点滴かん水
肥料	固形肥料 地表面に散布	液肥同時かん水
施肥量 (設計値)	210 gN/樹	露地区の7割



窒素施肥量と溶脱量

2021年10月からの1年間

- ※ **赤字**は溶脱しなかった窒素量。
樹による利用、土壌への残留、大気への排出など
施肥量が少なくても、樹が利用できる窒素量は多い

抑制効果 大

土壌・品種	試験区	溶脱率	供給水量 (雨+灌水)
褐色森林土 (真砂土客土) はれひめ	露地区	59%	1,020mm
	S.マルチ区	13%	634mm
褐色森林土 早生温州	露地区	15%	1,020mm
	S.マルチ区	5%	692mm

溶脱率は

- 真砂土（砂質） > 褐色森林土
- 露地区 > S.マルチ区

供給水量が少ないと溶脱率が下がる

※ 少雨（年降雨1,020mm） 溶脱は例年より低め？

土壌・品種	試験区	糖度	酸度
褐色森林土 (真砂土客土) はれひめ	露地区	11.5	0.81
	S.マルチ区	14.5	1.30
褐色森林土 早生温州	露地区	9.3	1.01
	S.マルチ区	14.2	1.54

高値がつく **ブランド果実** の条件
糖度**12度以上** 酸度**1.00%以下**

S.マルチ区 糖度は充分○ 酸度高め×
反省点・・・少雨のため、乾燥ストレスがかかりすぎ
かん水での水分調節が重要

マルドリとS.マルチを組み合わせた栽培では

- 肥料の溶脱を減らす効果が高い。
特に、浸透しやすい砂質土壌での効果大
 - 3割減肥しても、樹が利用できる窒素量が充分確保できる。
ただし、土壌の種類や気候（特に降水量）による
- ！注！** 甘くなりやすいが、過乾燥にもなりやすい
かん水量の調節が重要

高品質な果実を作る栽培法

- ・ マルドリ栽培とは？
- ・ シールディング・マルチ栽培（NARO S.マルチ）とは？

環境に優しい栽培法

- ・ 肥料溶脱とは？ ～溶脱を減らすと何が起きる～
- ・ **地球温暖化**への影響

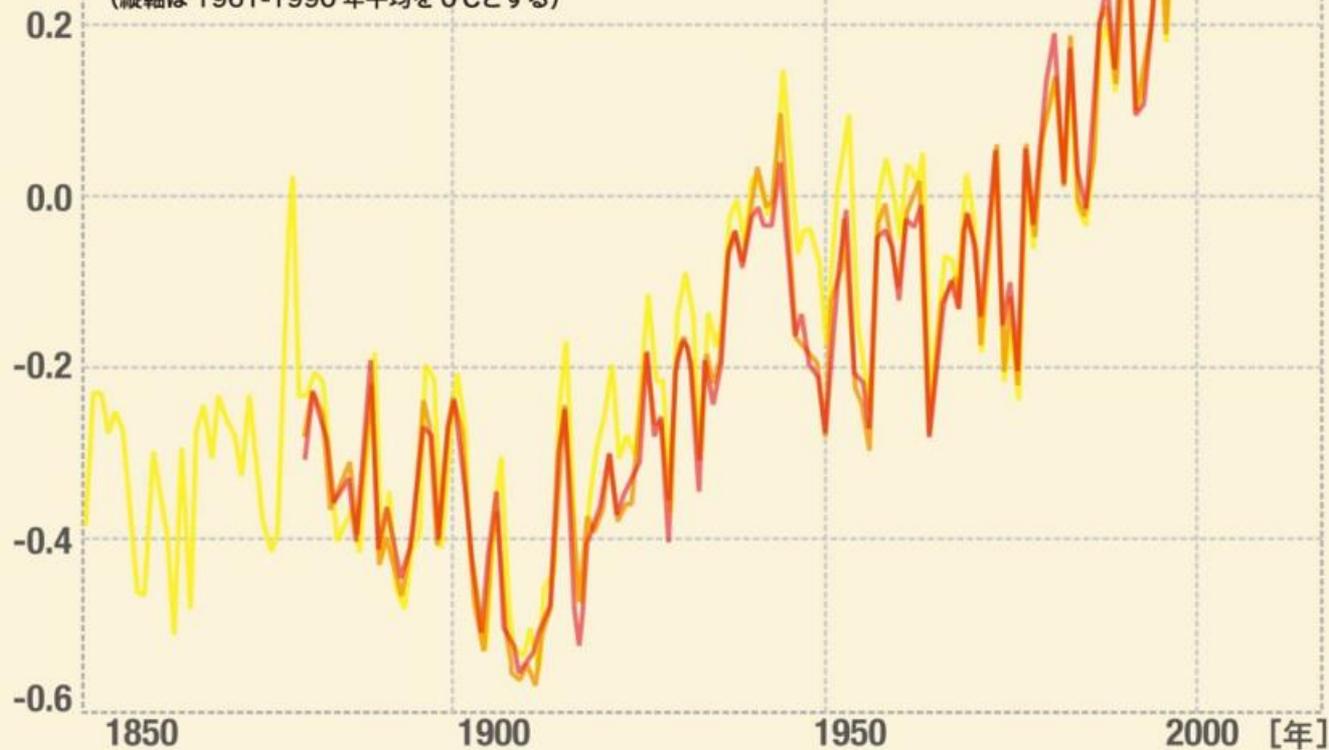
地球の気温は
どのくらい
上がったの？

0.85°C上昇
1880-2012年

世界の地上気温の経年変化(年平均)

出典)IPCC第5次評価報告書 WGI Figure SPM.1

※偏差の基準は 1961-1990 年平均
(縦軸は 1961-1990 年平均を 0°Cとする)



露地栽培とマルドリ方式の比較

	露地	マルドリ方式
マルチ	無し	有り
灌水方法	雨水	点滴かん水
施肥方法	固形肥料	液体肥料
除草剤	必要	不要
電力	不要	必要
設備・資材	—	点滴かん水設備

対象作物：温州みかん（普通温州、広島県）

LCAソフトウェア：SimaPro (Ver.8.2.3)

評価手法：IPCC 2013 GWP 100a V1.00

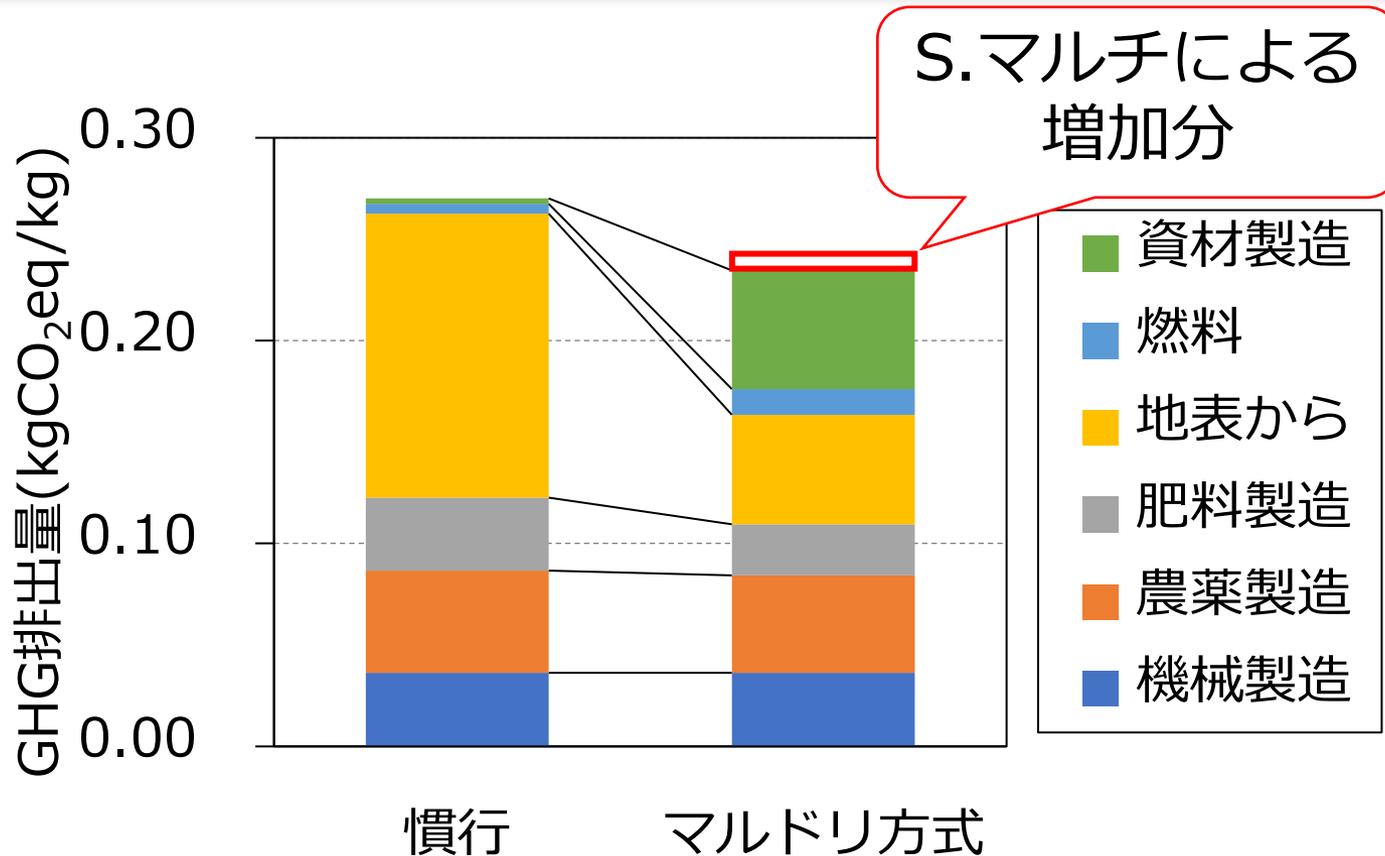
影響領域：作物の作付準備から収穫・選果まで
（流通・消費・施設は含まない）

インベントリデータ

		単位/10a	慣行	マルドリ	出典	
収量	出荷分	t	3.2	3.2	農業経営指標	
資材	めっき鋼材	kg	0.4	32.1	農業経営指標 技術マニュアル	かん水設備 マルチなど
	熱可塑性樹脂		7.9	173.4		
	その他金属		0.5	0.5		
燃料	ガソリン	L	23.3	22.3	農業経営指標	
	混合油		9.1	9.1		
	潤滑油		3.6	3.6		
	電力	kWh	0.0	57.6	稼働時間から算出	ポンプ
地表	一酸化二窒素	kg	1.7	0.8	施肥量×N ₂ O排出係数 ¹⁾	
肥料	窒素	kg	22.2	15.5	農業経営指標 技術マニュアル	肥料減
農薬	殺虫剤	kg	8.2	8.2	農業経営指標 製品安全データシート	マルチ防草
	殺菌剤		2.9	2.9		
	除草剤		0.8	0.0		
機械	トラック等	kg	19.1	19.1	農業経営指標 農業機械・施設便覧	
	農業機械		8.4	8.4		

1) 糟谷真宏ほか: 愛知県農総試研報, 42, pp.147-152, 2010

露地とマルドリの温室効果ガス排出量



慣行 : 0.27 kgCO₂eq/kg

マルドリ方式 : 0.23 kgCO₂eq/kg (慣行の87 %)

温州みかん園において、露地とマルドリ方式でのGHG（温室効果ガス）排出量を比較したところ

マルドリ方式では、点滴かん水設備の導入により
資材や燃料関係の排出量が増える
施肥量が減るため地表からの排出量が減る

総排出量は露地よりマルドリ、マルドリ+S.マルチ方式の方が少ない

地球温暖化への影響が小さい

データ提供・試験協力

農研機構西日本農業研究センター

黒瀬義孝 國賀武 笠原賢明 清水裕太

農研機構農業環境研究部門 松森堅治

農研機構九州沖縄農業研究センター 渡邊修一

農研機構果樹茶業研究部門 岩崎光徳

本研究は、経営体強化プロジェクト「養水分制御を基盤とした樹体管理技術の確立による高品質カンキツ果実連年安定生産の実証」において実施した研究成果の一部が含まれる

どうもありがとうございました