

2019/8/30 東北ハイテク研セミナー  
オタネニンジンの復権と新しい展開に向けて

# オタネニンジン生産に向けた 研究状況と技術的課題

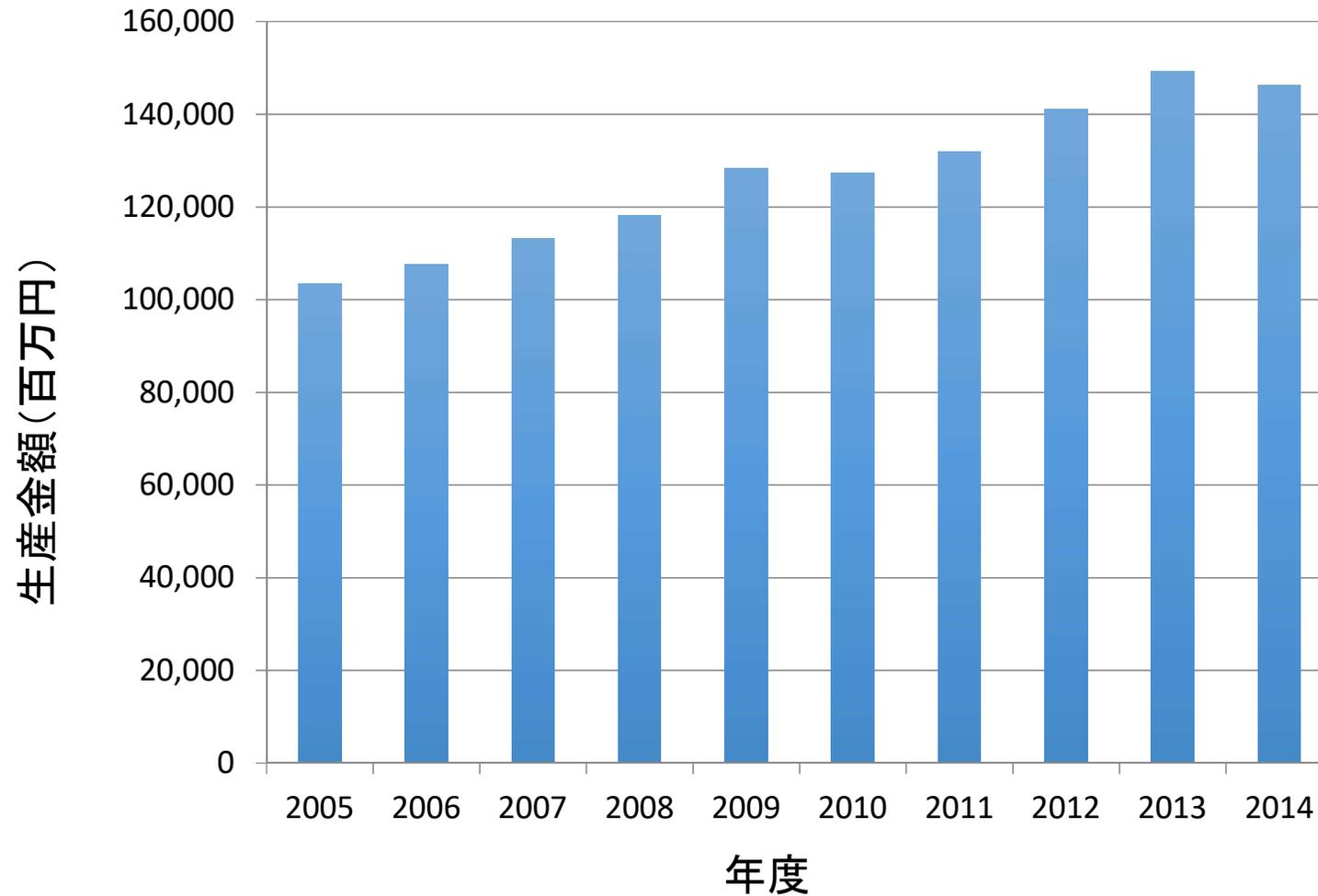
本研究は農林水産省委託プロジェクト研究「薬用作物の  
国内生産拡大に向けた技術開発」により実施しました

農研機構東北農業研究センター  
農業放射線研究センター  
久保堅司

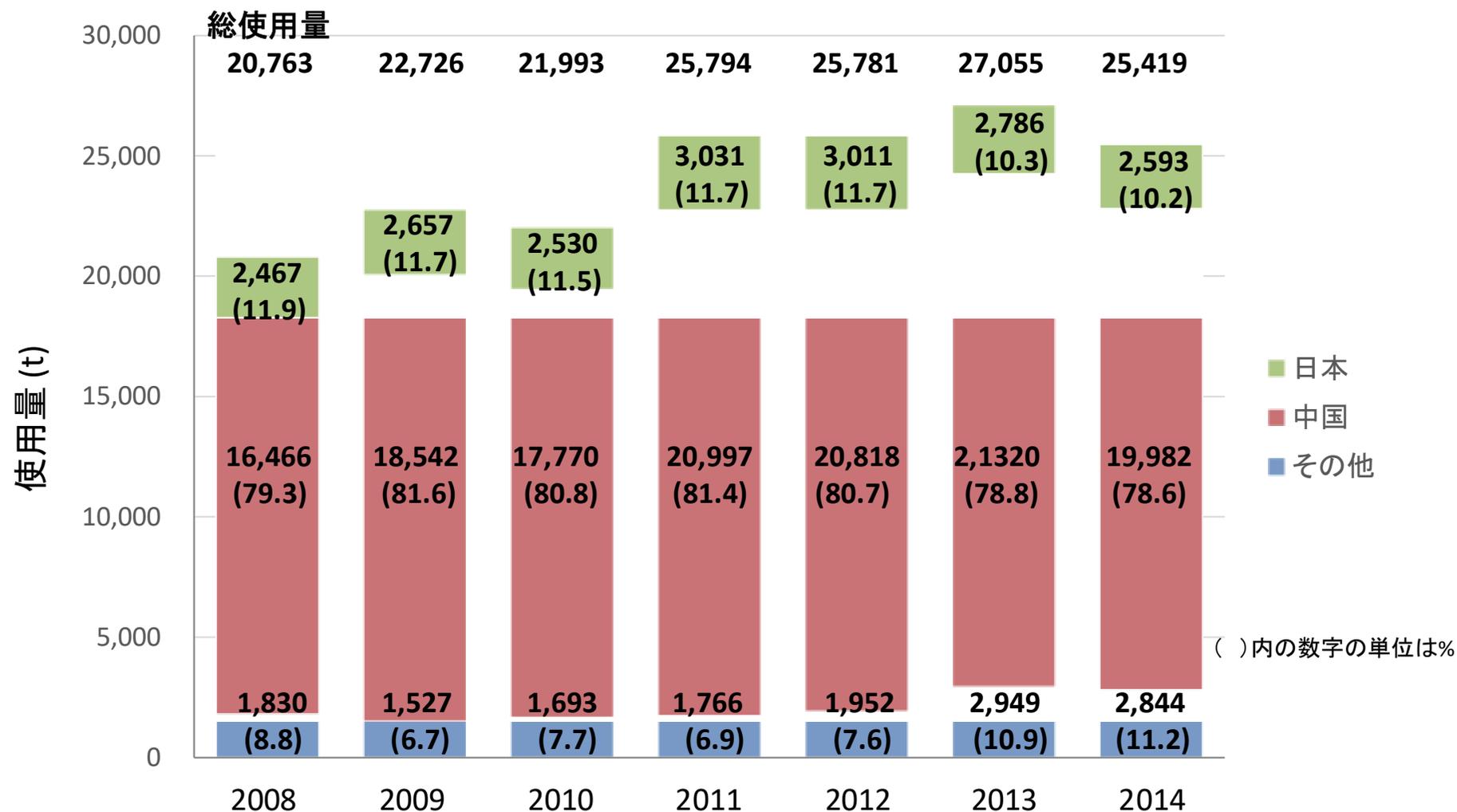
1. 薬用作物生産をめぐる背景
2. 「薬用作物プロ」について
3. 「薬用作物プロ」でのオタネニンジンに関する  
取り組み
4. 今後の技術的課題

1. 薬用作物生産をめぐる背景
2. 「薬用作物プロ」について
3. 「薬用作物プロ」でのオタネニンジンに関する  
取り組み
4. 今後の技術的課題

# 漢方製剤の国内生産額の推移



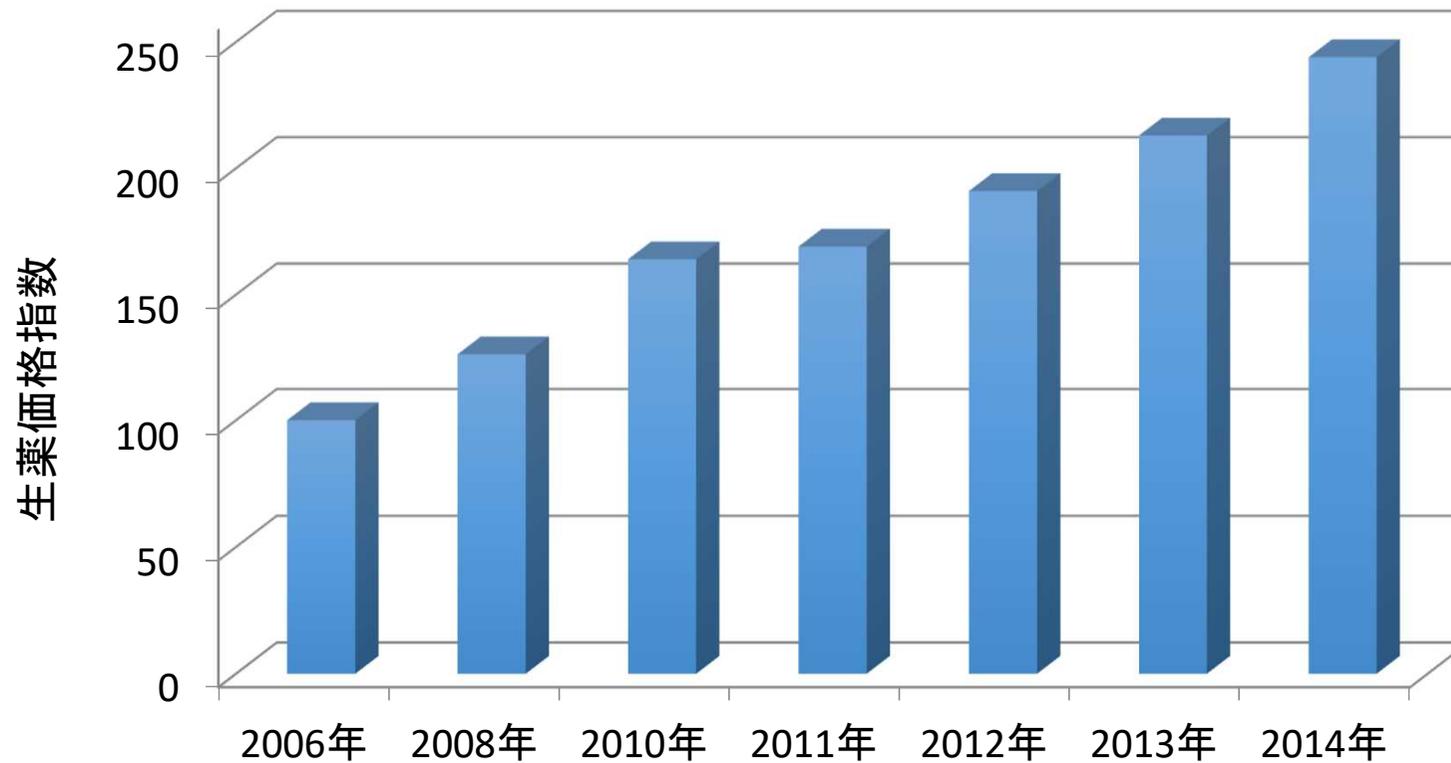
# 原料生薬の使用量と生産国



日本漢方製剤協会調べ 平成28年10月

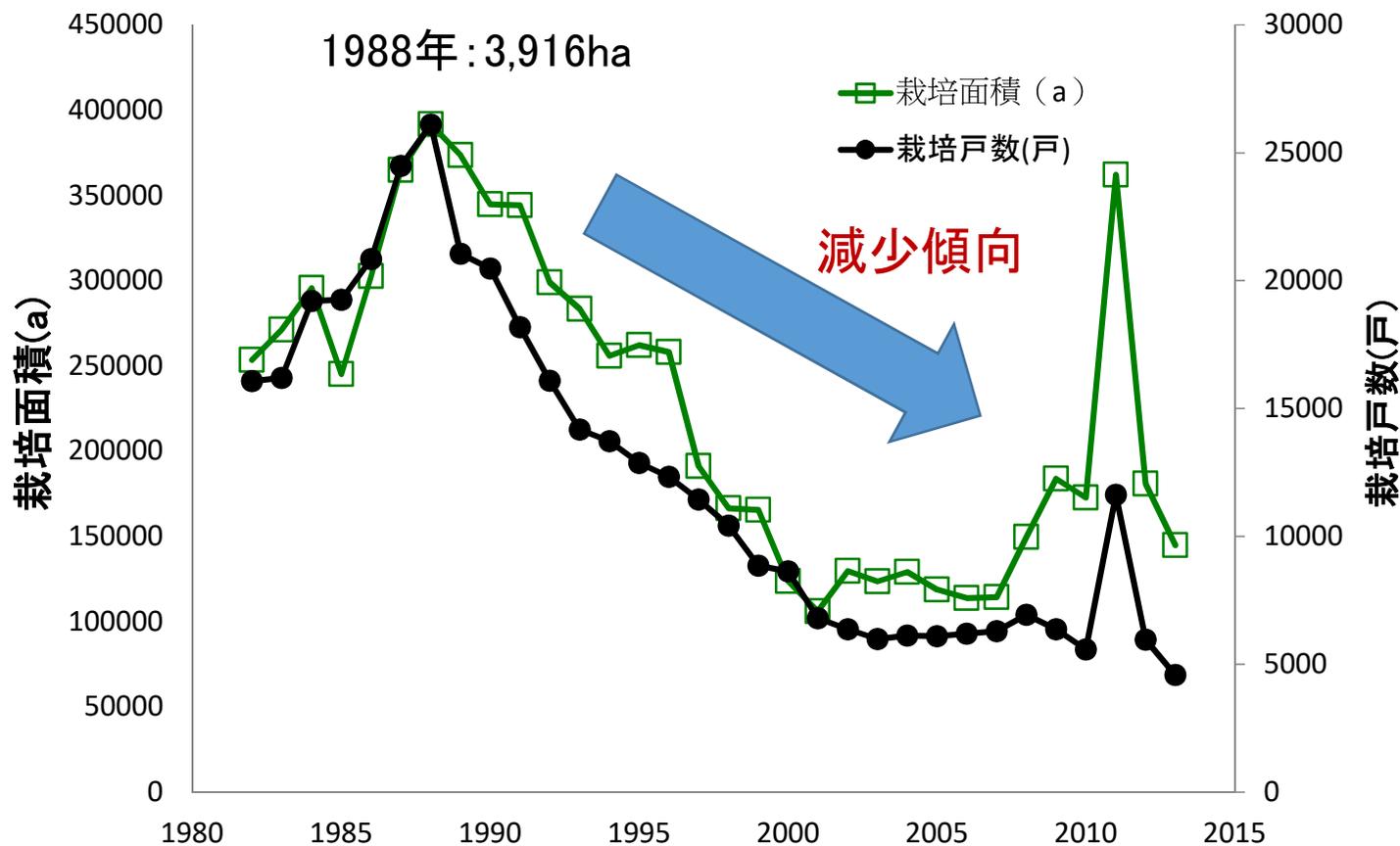
# 原料生薬の価格指数の動向

(使用量上位30品目)

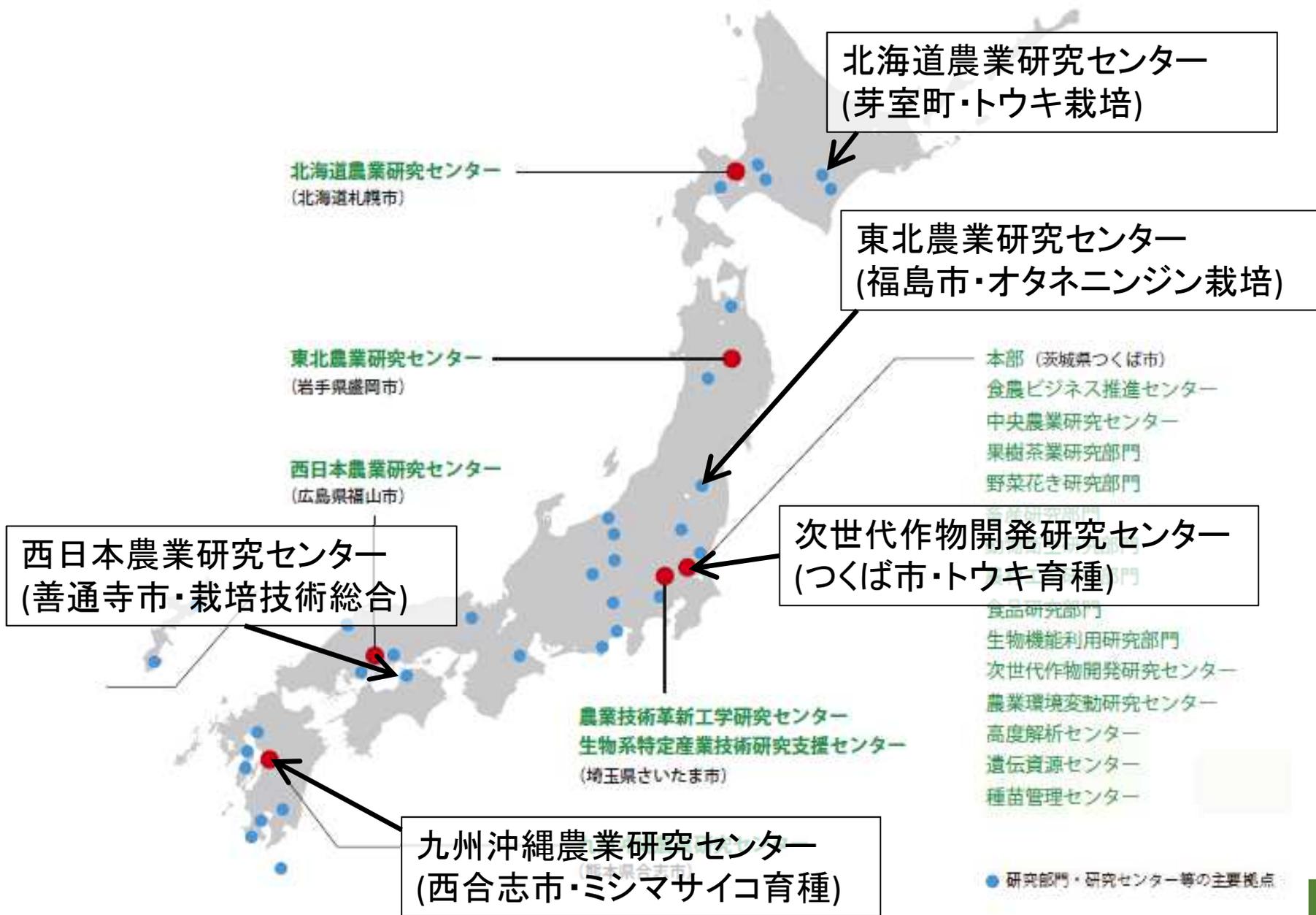


日本漢方生薬製剤協会：中国産原料生薬の価格指数調査について (2015年7月10日)

# 国内の栽培面積と戸数の推移(全国)



# 農研機構による薬用作物研究



農林水産研究基本計画＝農林水産研究の重点目標・推進施策「中長期的な戦略の下で着実に推進すべき研究開発」として、「(25)地域資源を活用した新産業創出のための技術開発」において中山間地域や離島の利点を活かし、医薬品や機能性素材等を植物やカイコ等に作らせる技術(遺伝子組換え技術等)の開発、薬用成分に優れた薬用作物品種の育成や栽培技術体系の確立、きのこ等林産物の高度利用技術や、藻類からの有用成分の高効率製造技術等の開発を進めます。

農研機構においても第4期中期計画(2016から2020年)に反映

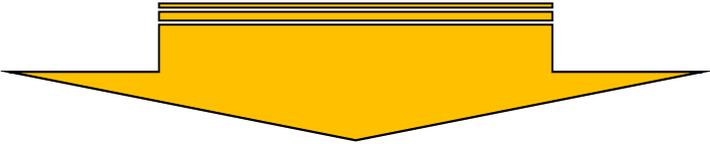
「農林水産研究基本計画」(平成27年3月31日、農林水産技術会議決定)は、将来の我が国経済社会、地球規模の食料・環境問題等の情勢の変化を踏まえて、今後10年程度を見通して取り組むべき研究開発の重点目標及び推進施策を定めるものです。食料・農業・農村基本計画の策定と時期を合わせて、平成17年度から5年毎に策定されている。

1. 薬用作物生産をめぐる背景
2. 「薬用作物プロ」について
3. 「薬用作物プロ」でのオタネニンジンに関する  
取り組み
4. 今後の技術的課題

# 本プロジェクトの目標

農林水産省委託プロジェクト「市場開拓に向けた取組を支える研究開発」  
「薬用作物の国内生産拡大に向けた技術の開発（H28～32年）」

カンゾウ、トウキ等の需要が多い品目について、種苗の高品質化技術、種苗の低コスト生産技術など、高品質な産品を低コストで安定的に栽培・収穫・調製するための技術を開発し、その増収効果を生産現場において実証するとともに、薬用作物栽培を含む高収益複合経営モデルを開発する。



## 達成目標

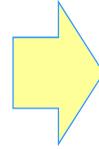
- 高品質化・低コスト化及び生産の安定化を可能とする技術を15以上開発する。
- 開発技術を用いた増収効果を生産現場で実証し、利用できるマニュアルを作成する。

# 解決しようとする課題

現状と課題 輸入生薬の供給不安、価格高騰 生産量、栽培面積の減少

## 現状と課題

輸入生薬の供給不安、価格高騰  
生産量、栽培面積の減少



## ニーズ

国産原料供給への期待  
中山間地域の活性化への期待



## 解決に向けた問題点

①栽培年数が長いものが多い、②栽培技術が未確立・篤農技術、③優良品種、種苗の確保、④生産コスト高、重労働、生産者不足



解決方向： ←栽培できるか、作業は楽か、収益性

### ①地域に応じた栽培技術の開発

中山間地域の活用(耕作放棄地等の活用技術、品目、連作障害対策、小規模経営)

### ②育苗技術(発芽促進、増殖方法、休眠打破)、品種育成

### ③省力的な生産体制・管理技術

(作業機械の改良・開発、雑草対策・・・)

# 本プロジェクトで対象とする品目

## トウキ



セリ科シシウド属: *Angelica acutiloba*

- ・当帰、Japanese Angelica
- ・根を通例湯通し(主に1から2年根)
- ・局方指定成分無し
- ・強壯、鎮静、補血(婦人病)

## ミシマサイコ



セリ科ミシマサイコ属: *Bupleurum falcatum*

- ・柴胡、Hare's ear root
- ・根(主に1から2年根)
- ・総サポニン0.35%以上
- ・消炎、解熱、中枢抑制

## カンゾウ



マメ科カンゾウ属: *Glycyrrhiza uralensis*

- ・甘草、Chinese licorice
- ・根及びビストロン(主に3年根)
- ・グリチルリチン酸2.0%以上
- ・去痰、鎮咳、消化性潰瘍薬

## オタネニンジン



ウコギ科オタネニンジン属: *Panax ginseng*

- ・御種人参、Ginseng
- ・細根を除いた根または根を湯通し(主に5から6年根)
- ・ギンセノシドRg1を0.10%以上、ギンセノシドRb1を0.20%以上
- ・強精力、健胃整腸、鎮吐

## シャクヤク



ボタン科ボタン属: *Paeonia lactiflora*

- ・芍薬、Chinese peony
- ・根(主に5年根)
- ・ペオニフロリン2.0%以上
- ・収斂、鎮痙、鎮痛

# 研究実施体制とチーム別目標

<p>トウキ チームリーダー 大潟直樹 農研機構</p>	 <p>トウキ</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・単位面積当たり収量25%向上 地域に適した栽培体系、育苗・肥培管理技術、管理作業（灌水・施肥、除草作業、病害虫対策）の改善、調製技術（歩留まり向上・安定化）</li> <li>・作業時間を40%削減 苗掘り取り・定植の機械化、収穫の機械化、除草作業の軽労化</li> </ul>	<p>経営モデルの開発 病害・連作障害対策</p>
<p>ミシマサイコ チームリーダー 川嶋浩樹 農研機構</p>	 <p>ミシマサイコ</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・単位面積当たり収量20%向上 地域に適した栽培体系、育苗・肥培管理技術、発芽促進と初期生育促進・植物体歩留まり向上、管理作業（灌水、除草）</li> <li>・作業時間を30%削減 育苗の改善、マルチ利用による除草労力の軽労化</li> </ul>	
<p>カンゾウ チームリーダー 村上則幸 農研機構</p>	 <p>カンゾウ</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・収穫作業時間を50時間以上削減（現状70h/10a） ストロン切断機構を搭載した収穫機の開発・導入</li> <li>・単位面積当たり収量20%向上 適地判定（収量・品質予測）、栽植様式</li> </ul>	
<p>オタネニンジン チームリーダー 久保堅司 農研機構</p>	 <p>オタネニンジン</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・単位面積当たり収量20%向上 育苗期間短縮、初期生育の安定化、生育診断技術、土壌改良、栽培・品質管理指標により栽培の適正化、品質の安定化、歩留まりを10%向上</li> </ul>	
<p>シャクヤク チームリーダー 川嶋浩樹 農研機構</p>	 <p>シャクヤク</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・単位面積当たり収量20%向上 土壌条件（排水性、灌水・施肥）および管理作業の改善</li> <li>・作業時間を30%削減 マルチ利用による除草労力の軽労化、灌水施肥の自動化</li> </ul>	

## 「薬用作物コンソーシアム」

### 代表機関 参画機関

農業・食品産業技術総合研究機構

医薬基盤・健康・栄養研究所薬用植物資源研究センター、千葉大学、福島県立医科大学、大阪大学、立命館大学、県立広島大学、秋田県農業試験場、岩手県農業研究センター県北農業研究所、山形県置賜総合支庁産業経済部農業技術普及課産地研究室、福島県農業総合センター会津地域研究所、新潟県農業総合研究所(中山間地農業技術センター)、富山県(薬事研究所付設薬用植物指導センター・農林水産総合技術センター園芸研究所)、長野県野菜花き試験場佐久支場、静岡県農林技術研究所伊豆農業研究センター、三重県農業研究所花植木研究課、奈良県農業研究開発センター(果樹・薬草研究センター)、山口県農林総合技術センター、徳島県立農林水産総合技術支援センター、愛媛県農林水産研究所、佐賀県(農業試験研究センター三瀬分場・上場営農センター)、宮崎県総合農業試験場薬草・地域作物センター、十勝農業協同組合連合会、(株)夕張ツムラ

# 実施課題一覧(1)

## トウキ

課題番号 実施課題名(実施機関)

- 110 栽培環境がトウキの生育と品質に及ぼす影響解明(医薬健栄研)
- 120 本州以南におけるトウキの栽培適性の解明と持続的栽培技術の開発  
(県立広島大学、秋田県農業試験場、新潟県農業総合研究所、富山県、  
長野県野菜花き試験場佐久支場、山口県農林総合技術センター、愛媛県農林水産研究所)
- 130 地域環境に適した高品質なトウキ品種の育成(農研機構)
- 141 トウキの露地育苗苗を用いた栽培における軽労化技術の開発(岩手県農業研究センター)
- 142 野菜用機械を活用したトウキの省力機械化体系の開発(佐賀県)
- 151 国内産トウキ等の糸状菌病およびウイルス病に関する調査と新規病害の解明(農研機構)
- 152 土壌肥沃度指標の利用による連作障害土壌の診断技術の開発(立命館大学)
- 161 トウキを導入した新たな畑輪作体系の開発(十勝農業協同組合連合会)
- 162 輪作体系におけるトウキ後作への影響解明と対策技術の開発(農研機構)
- 163 トウキ収穫物の大容量乾燥調製技術の開発(夕張ツムラ)
- 171 東北地域におけるトウキの安定生産技術の開発(山形県置賜総合支庁)
- 172 暖地中山間地域におけるトウキの導入による新たな生産体系の開発  
(宮崎県総合農業試験場)
- 173 トウキを含む漢方薬の地場産原料供給を可能にする多品目生産技術の開発  
(奈良県農業研究開発センター)
- 174 トウキの導入による高収益複合生産モデルの開発(農研機構)

※課題番号は事務処理のための番号です

# 実施課題一覧(2)

## ミシマサイコ

課題番号 実施課題名(実施機関)

- 210 栽培環境がミシマサイコの生育と品質に及ぼす影響解明(医薬健栄研)
- 220 本州以南におけるミシマサイコの栽培適性の解明と持続的栽培技術の開発  
(県立広島大学、秋田県農業試験場、新潟県農業総合研究所、富山県、  
長野県野菜花き試験場佐久支場、山口県農林総合技術センター、愛媛県農林水産研究所)
- 230 地域環境に適した高品質なミシマサイコ品種の育成(農研機構)
- 240 エアレーション処理等によるミシマサイコの発芽促進技術の開発(静岡県農林技術研究所)
- 251 耕作放棄地等におけるミシマサイコ導入技術の開発 (静岡県農林技術研究所)
- 252 ミシマサイコの導入による小規模園芸経営における複合生産体系の開発(徳島県)
- 253 ミシマサイコの導入による複合経営モデルの開発(徳島県)

## カンゾウ

課題番号 実施課題名(実施機関)

- 310 北海道におけるカンゾウの適地判断のための気象情報利用方法の開発(農研機構)
- 320 カンゾウの省力大規模生産に向けた生産技術の開発と導入条件の提示(農研機構)

※課題番号は事務処理のための番号です

# 実施課題一覧(3)

## オタネニンジン

課題番号 実施課題名(実施機関)

- 410 オタネニンジンの休眠生理の解明による育苗期間短縮技術の開発(千葉大学)
- 421 オタネニンジンの薬効成分を指標とした品質評価法の開発(福島県立医科大学)
- 422 オタネニンジンの代謝産物組成による品質管理指標の開発(農研機構)
- 430 オタネニンジンの導入による高収益安定生産モデルの開発  
(農研機構、福島県農業総合センター)

## シャクヤク

課題番号 実施課題名(実施機関)

- 511 コンテナ栽培等によるシャクヤクの効率的増殖技術の開発(三重県農業研究所)
- 512 シャクヤクにおける灌水施肥の省力化技術の開発(農研機構)
- 521 シャクヤク新品種「べにしずか」の導入による耕作放棄地利用技術の開発(医薬健栄研)
- 522 中山間地域におけるシャクヤクの導入による複合生産体系の開発(三重県農業研究所)
- 523 シャクヤク等の導入による複合経営モデルの開発(大阪大学、農研機構)

1. 薬用作物生産をめぐる背景
2. 「薬用作物プロ」について
3. 「薬用作物プロ」でのオタネニンジンに関する  
取り組み
4. 今後の技術的課題

## オタネニンジン栽培の現状と課題

- |                                                                                               |                                                                                    |                                                                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 難しい土作り・栽培                                                                                   | 2 長期間にわたる栽培                                                                        | 3 不安定な生育・品質                                                                          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>・連作障害</li> <li>・不安定な初期生育</li> <li>・施肥体系が未確立</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・病害・気象災害リスクの増大</li> <li>・不安定な収益性</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・掘ってみなければ分からない</li> <li>・生育診断技術がない</li> </ul> |



←1枚の圃場から収穫されたニンジン：大きさがばらつく

➡ 生産者・生産量の減少、収益の不安定化

## 活用する技術

- |                                                                                                         |                                                                                |                                                                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 緑肥・各種資材の活用                                                                                            | 2 促成栽培技術の導入                                                                    | 3 生育診断技術の活用                                                                                  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>・生育と関係する耕種概要・土壌の理化学的要因の解明</li> <li>・採種条件が発芽率に及ぼす影響に解明</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・休眠打破技術の開発による採種・栽培・収穫サイクルの加速</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・メタボローム解析、イオノーム解析、品質鑑定等による生育・品質診断と栽培技術の最適化</li> </ul> |



←オタネニンジンの早期育苗

➡ 生産の効率化・安定化、収益性の向上、ブランド力の強化

## 研究内容

1 土作り・栽培法の検討  
【H28-32】  
〔土壌の理化学性と生育の解析〕

2 生育期間短縮技術の開発  
【H28-32】  
〔休眠打破による促成栽培〕

3 生育および品質診断技術の開発  
【H28-32】  
〔薬効成分・代謝産物分析等〕

総合実証  
【H31-32】

安定生産技術体系の確立・  
マニュアル化



オタネニンジン生産拡大

オタネニンジンの休眠生理の解明による育苗期間短縮技術の開発（千葉大学）

オタネニンジンの薬効成分を指標とした品質評価法の開発（福島県立医科大学）

オタネニンジンの代謝産物組成による品質管理指標の開発（農研機構）

オタネニンジンの導入による高収益安定生産モデルの開発（農研機構、福島県農業総合センター）

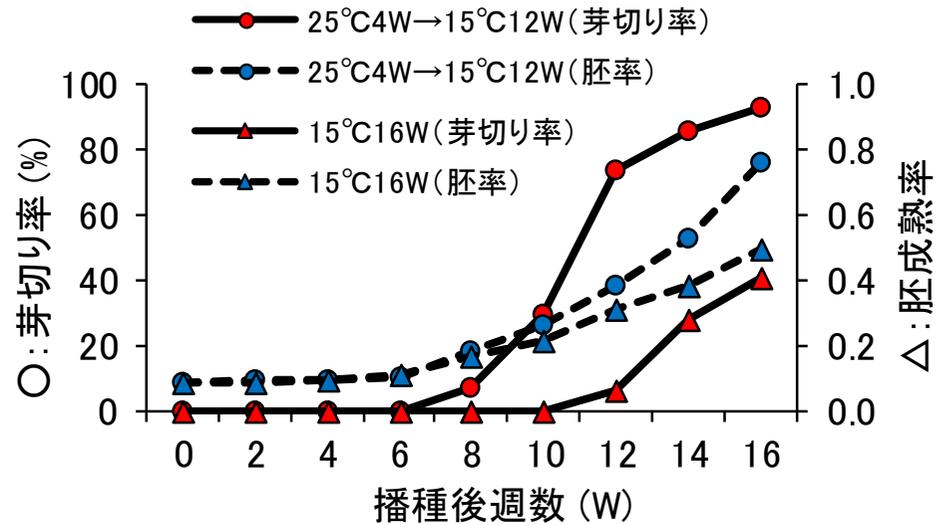
# ニンジンの催芽・発芽条件の解明

## 休眠生理の解明

高温遭遇 (25°C) で芽切り  
 ↓ 4週間  
 その後適温下 (15°C 前後)  
 で芽切りが進行



↑芽切りした種子



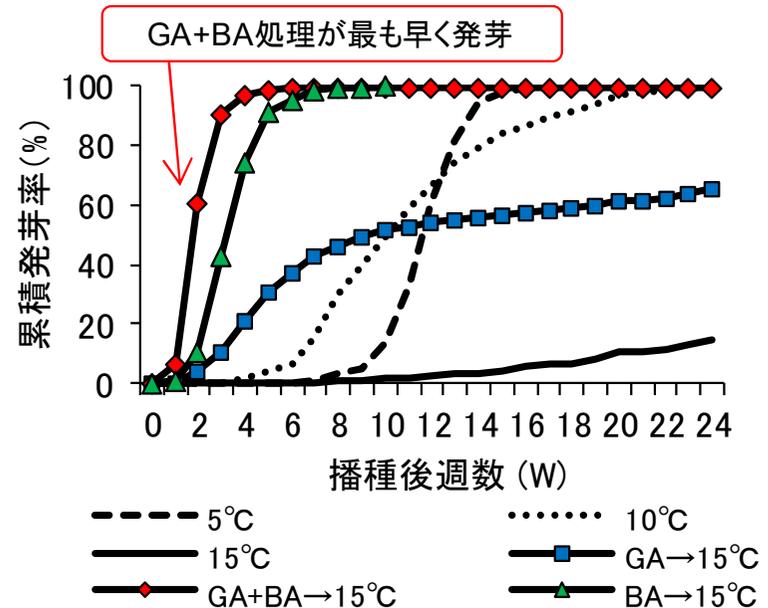
## 早期発芽技術の開発

植物ホルモンが発芽に影響

ジベレリン (GA) + ベンジルアミノブリン (BA)  
 処理で発芽が促進される



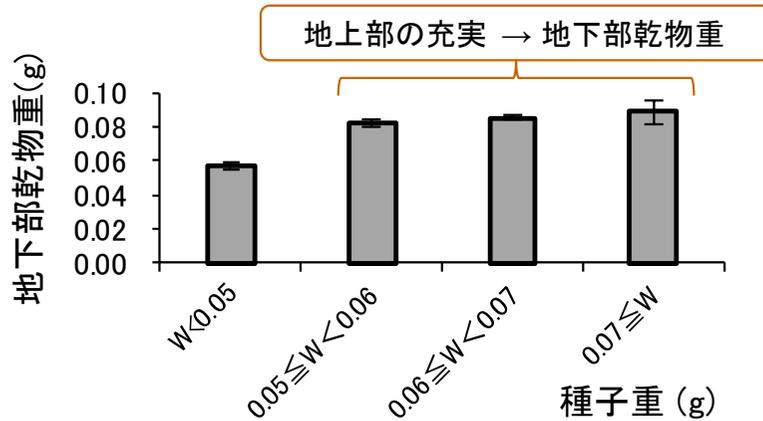
早期発芽 (1月) させた苗  
 通常の発芽期は4~5月



## 育苗期間の短縮化

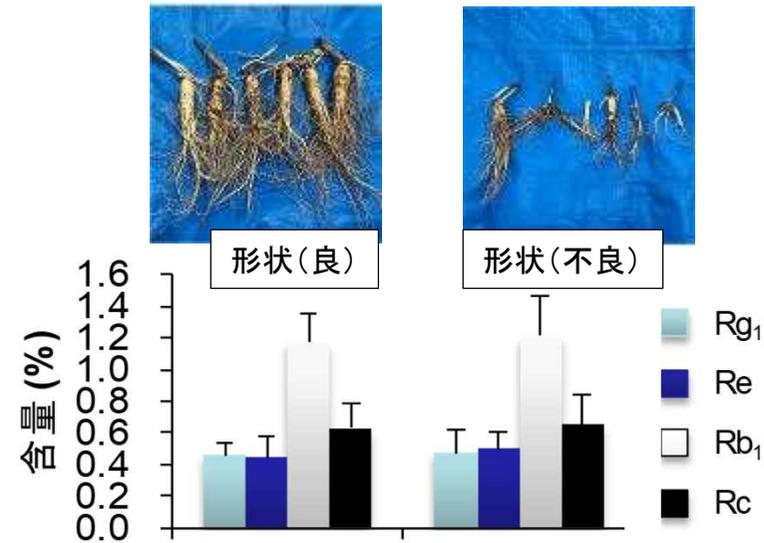
# オタネニンジンの生産拡大に向けて

## 収量・収益性の向上を目指す



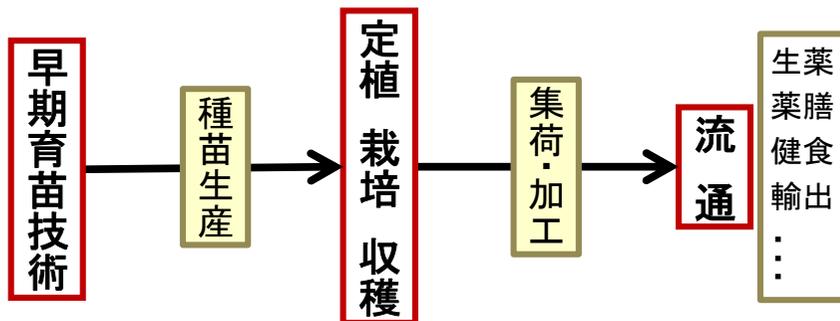
種子重が大きいほど収穫部の重量が大きい

⇒ 種子の選別など、育苗の効率化

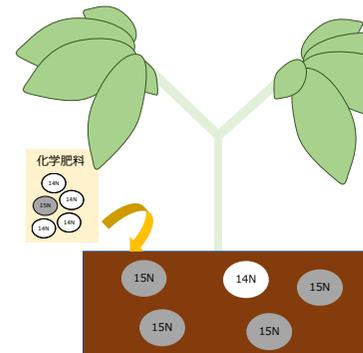


見た目が悪くてもジンセノイド含量は変わらない

⇒ 利用率(製品化率)が向上する



## 生育診断・品質評価技術の開発



- ・  $\delta^{15}N$  値による土壌診断
- ・ 揮発性二次代謝産物の分析による生育診断
- ・ におい分析による品質評価

- ・ 土壌物理性改善技術の開発

# 土壌の物理性と生育との関係の解析

異なる圃場および同一圃場の生育が異なる箇所におけるオタネニンジン (1年生) の地上部生育と根形質.

		主茎長 (cm)	全根長 (cm)	主根長 (cm)	根幅 (cm)	茎葉/根 重量比	
圃場 1	低地土	9.7	8.43 a	4.78 a	0.79 a	0.177	各地点3~5個体を調査した. **, +はそれぞれ1.0%, 10%水準で有意であることを示す. 各列の同一英文字間にはRyan-Einot-Gabriel-Welschの検定で有意差がないことを示す.
圃場 2 (生育良)	黒ボク土	8.8	16.15 b	13.78 b	0.56 b	0.214	
圃場 2	黒ボク土	7.3	9.23 a	8.07 ab	0.48 b	0.315	
圃場 3	黒ボク土	8.4	8.06 a	7.52 ab	0.53 b	0.377	
		+	**	+	**	+	

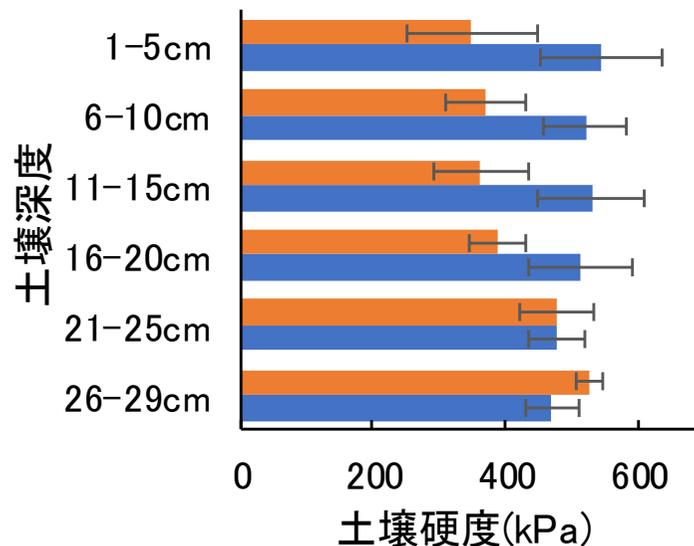
オタネニンジン (1年生) 圃場における土層別の硬度.

圃場 1		圃場 2 (生育良)		圃場 2		圃場 3	
土層 (cm)	硬度 (mm)	土層 (cm)	硬度 (mm)	土層 (cm)	硬度 (mm)	土層 (cm)	硬度 (mm)
0-2	1.2	0-10	6.0	0-11	11.3	0-9	4.0
2-10	10.2	10-20	10.0	11-24	14.8	9-20	7.5
10-22	16.8	20-30+	13.5	24-30+	15.3	20-30+	14.5
22-30+	17.4						

土壌硬度は山中式硬度計により測定した.

・現地圃場の調査により、土壌の物理性がオタネニンジンの生育に影響する要因のひとつであることを明らかにした。→土壌物理性の効果的な改善方法の探索を開始

・ポリビニルアルコールを施用した区は対照区と比較して低い土壌硬度を維持している。



ポリビニルアルコールを施用して1年後の試験区の深度別土壌。

■ 施用区、■ 無施用区、バーは標準誤差(n=3)。



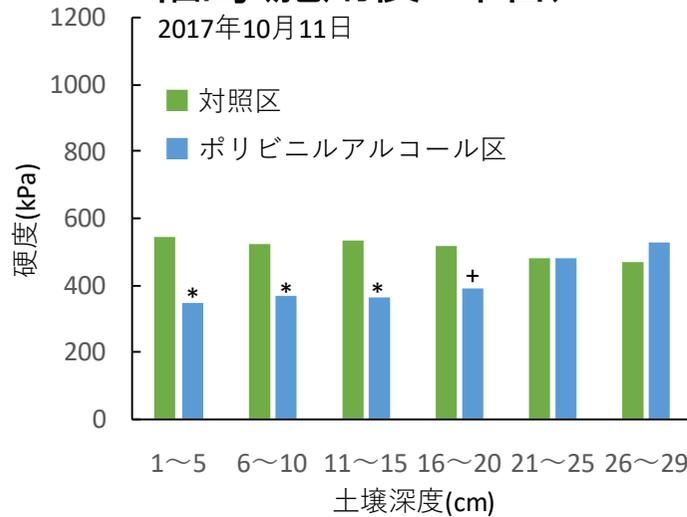
オタネニンジン播種時の畝上部耕起後の碎土程度。  
左：碎土不良(無施用区)、右：中央部分(ポリビニルアルコール施用区)の碎土が良好。

# 土壌の物理性と生育との関係の解析

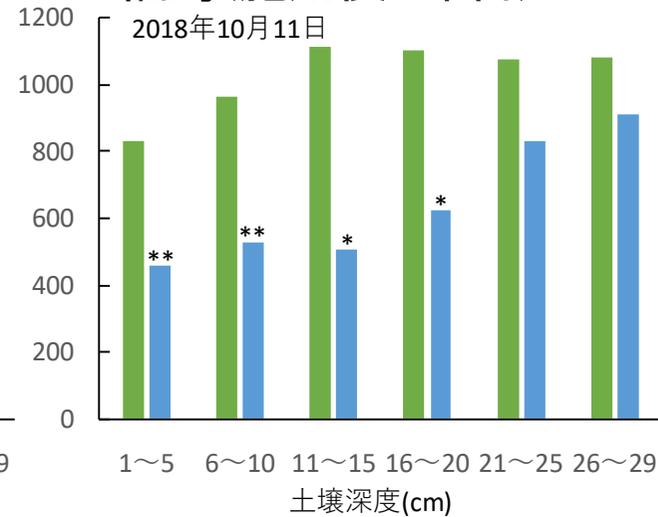
	SPAD値	草丈(cm)	葉面積(cm <sup>2</sup> )	茎葉生重(g)	主根長(cm)	根生重(g)
長野(6年生、平成29年9月12日採取、黒ボク土)						
地上部生育良	39 ± 2 <sup>a</sup>	59 ± 2 <sup>a</sup>	2365 ± 307 <sup>a</sup>	132 ± 11 <sup>a</sup>	16 ± 1 <sup>a</sup>	141 ± 12 <sup>a</sup>
地上部生育不良	39 ± 2 <sup>a</sup>	44 ± 1 <sup>c</sup>	1408 ± 160 <sup>b</sup>	74 ± 13 <sup>b</sup>	15 ± 1 <sup>ab</sup>	78 ± 7 <sup>b</sup>
島根(6年生、平成29年9月11日採取、黒ボク土)						
地上部生育良	26 ± 2 <sup>b</sup>	47 ± 2 <sup>bc</sup>	945 ± 97 <sup>bc</sup>	44 ± 3 <sup>bc</sup>	13 ± 2 <sup>abc</sup>	76 ± 4 <sup>b</sup>
地上部生育不良	25 ± 1 <sup>b</sup>	28 ± 2 <sup>d</sup>	383 ± 73 <sup>c</sup>	19 ± 2 <sup>c</sup>	9.2 ± 1 <sup>c</sup>	43 ± 6 <sup>c</sup>
福島(5年生、平成29年9月8日採取、灰色低地土)						
地上部生育良	36 ± 1 <sup>a</sup>	53 ± 2 <sup>ab</sup>	1167 ± 109 <sup>bc</sup>	58 ± 5 <sup>bc</sup>	10 ± 1 <sup>bc</sup>	41 ± 4 <sup>c</sup>
地上部生育不良	37 ± 1 <sup>a</sup>	41 ± 1 <sup>c</sup>	815 ± 32 <sup>bc</sup>	42 ± 3 <sup>bc</sup>	12 ± 1 <sup>abc</sup>	26 ± 4 <sup>c</sup>
産地	**	**	**	**	**	**
生育良否	ns	**	**	**	ns	**
産地×生育良否	ns	ns	ns	ns	ns	*

# 土壌の物理性と生育との関係の解析

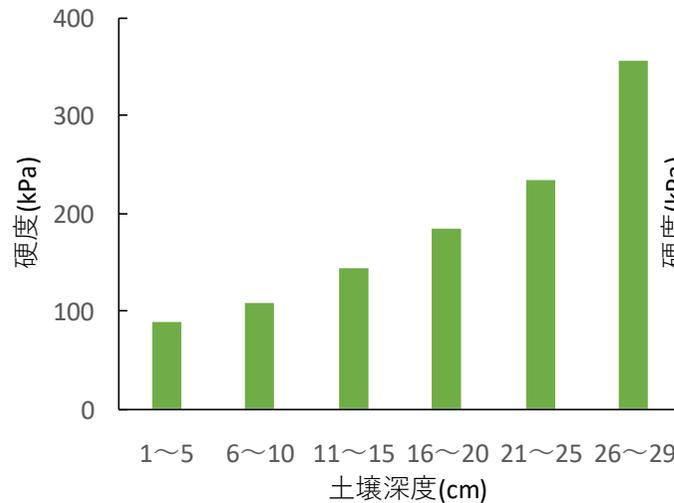
### 福島(施用後1年目)



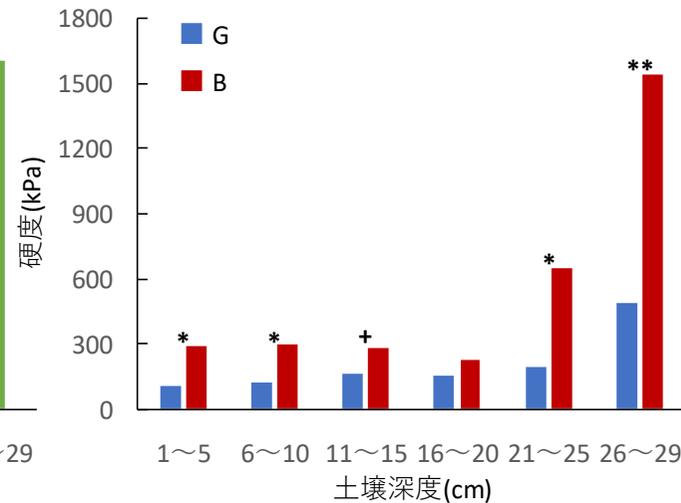
### 福島(施用後2年目)



### 長野(収穫時:6年目)



### 島根(収穫時:6年目)



## オタネニンジンおよびカンゾウ灰色かび病 オタネニンジン苗腐病、カンゾウ株枯病を報告

分離同定した糸状菌  
トウキ : 35種  
ミシマサイコ : 20種  
カンゾウ : 7種  
オタネニンジン : 12種  
シャクヤク : 27種

検出したウィルス  
トウキ、オタネニンジンから  
キュウリモザイクウイルス、  
ミシマサイコから国内未報  
告のPanax virus Yなど。



オタネニンジン灰色かび病



キュウリモザイクウイルスに感染した  
ミシマサイコ(左)  
オタネニンジン(右)

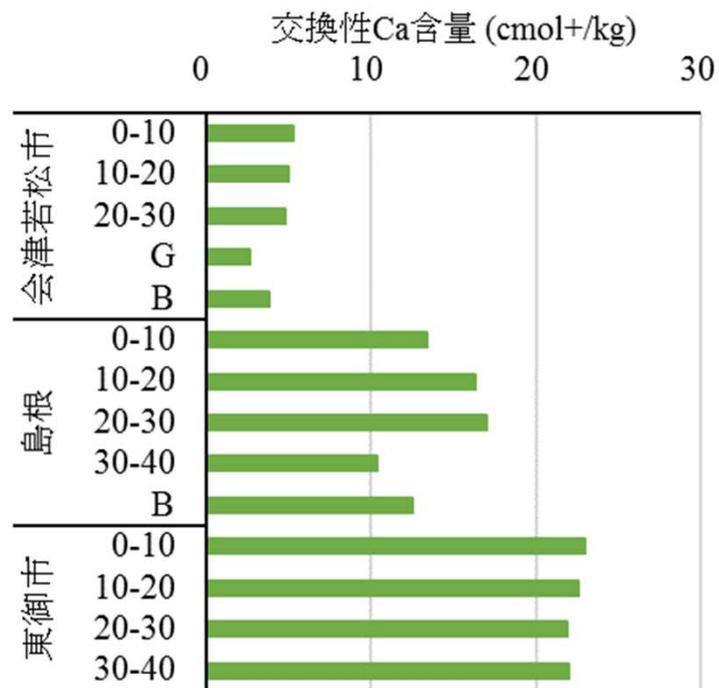
1. 薬用作物生産をめぐる背景
2. 「薬用作物プロ」について
3. 「薬用作物プロ」でのオタネニンジンに関する  
取り組み
4. 今後の技術的課題

## 生育の安定化

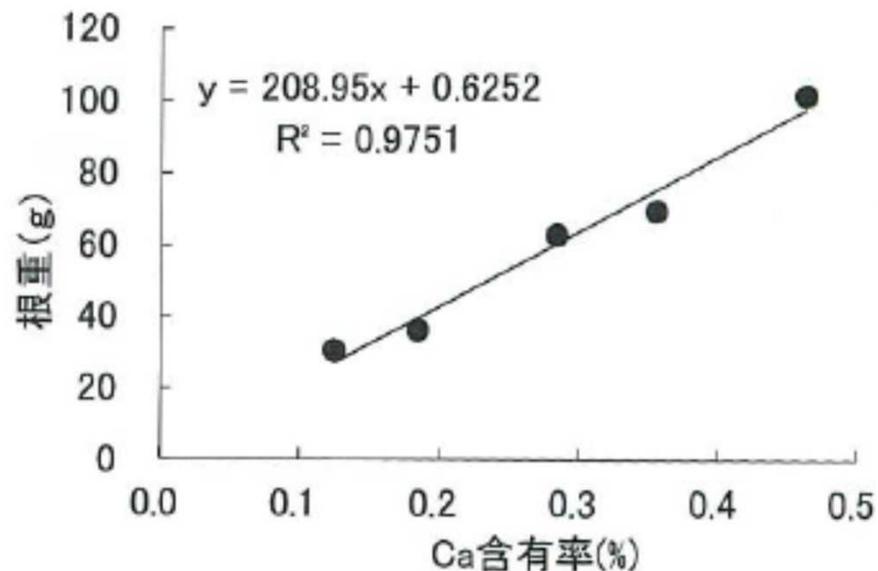
- ・ 土壌の化学性
- ・ 土壌の物理性
- ・ 光環境

## 省力化

- ・ 苗生産
- ・ 移植方法
- ・ 日除けの簡易化
- ・ 除草剤



土壌深度別の交換性カルシウム含量



オタネニンジンの根重と根のカルシウム含有率との関係

松本(2014)ペドロジスト、58:88-92

# 今後想定される取り組み

