

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 10 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25517001

研究課題名(和文)放射性物質汚染農地復興のための菜の花プロジェクト

研究課題名(英文)Nanohana project for the radioactive pollution farmland reconstruction

研究代表者

中井 裕 (NAKAI, Yutaka)

東北大学・(連合)農学研究科(研究院)・教授

研究者番号：80155655

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：福島第一原子力発電所から放出された放射性セシウムの農地土壤中及び作物中の消長について調査した。宮城県仙台市、福島県南相馬市、葛尾村の3箇所の菜種栽培農地にて土壌及び菜種植物体のサンプリング～放射性物質の動向を調査した。

放射性セシウム動態となたね栽培については、なたねは土壌中の放射性セシウムを一定程度吸収すること、吸収されたなたねの種子から搾油によって油を抽出すると、油分にはセシウムはほとんど移行せず、搾かすに濃縮されて残存することがわかった。また、除染事業を実施した地域内でなたねを栽培した場合は、これまでの調査では食品としての基準を超える濃度にはなっていないことがわかった。

研究成果の概要(英文)： In this study, we examined the use of rapeseed for activating the agriculture in the Tohoku region. We conducted a survey to study at three locations of rapeseed cultivation farmland of Minamisoma and Katsurao of Sendai, Miyagi Prefecture, Fukushima Prefecture. We have investigated the trend of radioactive material by the sampling of soil and plants. With respect to radioactive cesium dynamics and rapeseed cultivation, it was found that three of fact. Rapeseed to a certain extent absorb radioactive cesium in the soil. When extracting the oil by oil extraction from rape seeds, cesium hardly shifts in oil. It is concentrated in remaining focused in the remaining. In the case of cultivating rapeseed in were decontaminated area can be said to be safe. As a result, in the radioactive cesium contaminated areas, there is no problem in rapeseed cultivation if decontamination is complete.

研究分野：環境農学、環境影響評価

キーワード：菜の花 アブラナ なたね 土壌 放射性セシウム

1. 研究開始当初の背景

(1)東日本大震災からの農業復興

東日本大震災は、東北の太平洋沿岸部の農業に甚大な被害をもたらした。震災後、研究代表者らは、震災復興支援活動の一環として、津波塩害被災農地復旧のためのアブラナ科植物利用～菜の花プロジェクトを推進してきた。

(2)放射性セシウムの影響調査

本研究では、研究代表者らによる菜の花プロジェクトの活動の延長線上の新たな活動として、福島第一原子力発電所から放出された放射性セシウムの農地土壌中および作物中の消長について詳細に調査しつつ、風評被害を克服して東北の農業を活性化させるためのアブラナ科作物の農業利用について検討することとした。

2. 研究の目的

(1)我々が保有する世界で唯一のアブラナ科作物ジーンバンクを活用して、アブラナ科作物による放射性セシウムによる汚染農地の回復、もしくは汚染農地における農作物栽培の可能性を検証する。福島県南相馬市等、実際の被災地をフィールドとし、ナタネの植物体中の放射性セシウム動態を調査する基礎研究と、収穫後あるいは搾油後の残渣物、食用油～バイオディーゼル油への放射性セシウム移行等の実装研究の両者を実施する。

(2)ホット環境下での農作物栽培にあっては、非食用の農作物、かつエネルギー作物栽培が有効と考えられ、これをライフサイクルアセスメント等によって評価することで、エネルギー生産活動としての合理性をも検討する。

3. 研究の方法

平成 24 年度中には、被災地の農家等の協力を得て実施したナタネ(キザキノナタネ)の試験栽培を実施していた宮城県仙台市、福島県南相馬市の試験圃場を対象に、主に播種時期～冬期の土壌中・ならびにナタネ植物中のセシウム動態について調査した。平成 25 年度には、それに続き、最も重要な開花期・収穫期の調査を実施している。

平成 26 年度には上記の試験圃場で収穫されたナタネを用いて搾油した油の調査を実施した。平成 27 年度には、これまでの研究成果を国内外の学会で報告しつつ、平成 28 年度からようやく帰還事業が開始される福島県原発 25km 圏内の葛尾村における土壌・ナタネの調査を実施した。

平成 25 年度ならびに 26 年度の測定項目と方法は次の通り。

(1)空間線量率

空間線量率をほ場の中心 1 地点において、高さ 1m、0.5m、1cm(コリメータ使用)で測定した。

(2)土壌の放射能濃度

「農地土壌の放射性物質濃度分布図の作成について」(平成 23 年 8 月 30 日、農林水産省報道発表資料)に示される土壌採取法に準拠し、1 ほ場 5 地点、地表から 15cm の土壌を採取し、等量混合して土の放射能濃度を測定した。

(3)深度別土の放射能濃度

1 圃場 3 地点、土壌深度ごとの放射能濃度を測定した。土壌採取は土壌断面から作土層を判断し、作土層と作土層の下 5cm ごとに 2 層(深さ 20~30cm まで)の 3 層から行った(図-1)。



図-1 土壌断面図(仙台市圃場の例)

放射能濃度の測定は、植物への吸収にされやすいか否か、という観点から、水溶性・交換態・固定態の放射性セシウムについて行った。

なお、平成 24 年度中に事前に測定した空間線量および土壌中の放射性物質の量(Bq/kg)は表の通り。

表-1 各地点の空間線量率

場所	地上からの距離	空間線量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
宮城県仙台市 (測定日:平成24年11月30日)	1m	0.06
	0.5m	0.05
	1cm	0.04
福島県南相馬市S地区 (測定日:平成24年11月29日)	1m	0.08
	0.5m	0.08
	1cm	0.04
福島県南相馬市O地区 (測定日:平成24年12月20日)	1m	1.5
	0.5m	1.4
	1cm	1.2

表-2 各地点の土壌中放射性物質濃度

地点名	$^{134}\text{Cs}$	$^{137}\text{Cs}$	$^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$
宮城県仙台市 (試料採取日:平成24年11月30日)	25	54	79
福島県南相馬市S地区 (試料採取日:平成24年11月29日)	72	140	210
福島県南相馬市O地区 (試料採取日:平成24年12月20日)	1,100	2,000	3,100

採取した菜の花の放射性セシウムの測定は、以下のように実施した。

地上部(ロゼット)、根それぞれについて、水分を測定する。

地上部(ロゼット)、それぞれについて、フードプロセッサにて粉碎する。

粉碎した試料を測定用容器に詰めて放射性セシウムを測定する。

平成 24 年度中に計測したナタネの地上部と根の測定結果は表-3 の通り。

表-3 ナタネ中の放射性物質質量 (Bq/kg)

地点名	部位	<sup>134</sup> Cs	<sup>137</sup> Cs	<sup>134</sup> Cs+ <sup>137</sup> Cs	<sup>40</sup> K
宮城県仙台市1	地上部	0	0	0	110
宮城県仙台市2	地上部	0	0	0	114
宮城県仙台市3	地上部	0	0	0	125
福島県南相馬市S地区 1	地上部	0	0	0	138
福島県南相馬市S地区 2	地上部	0	2.3	2.3	128
福島県南相馬市S地区 3	地上部	0	2.4	2.4	137
福島県南相馬市O地区 1	地上部	11	18	29	128
福島県南相馬市O地区 2	地上部	6.4	15	21	169
福島県南相馬市O地区 3	地上部	11	16	27	154
宮城県仙台市 1	根	0	0	0	0
宮城県仙台市 2	根	0	0	0	0
宮城県仙台市 3	根	0	0	0	103
福島県南相馬市S地区 1	根	0	0	0	0
福島県南相馬市S地区 2	根	0	0	0	0
福島県南相馬市S地区 3	根	0	0	0	0
福島県南相馬市O地区 1	根	15	40	55	0
福島県南相馬市O地区 2	根	0	20	20	156
福島県南相馬市O地区 3	根	16	53	69	0

#### 4. 研究成果

(1)空間線量率の変化について(平成 24 年度データとの比較)

仙台市及び南相馬市 S 地区では、前回の調査(平成 24 年 2 月)と比較してほとんど差がなかったが、南相馬市 O 地区では、前回調査と比較して、1cm の空間線量率が約 1/3 程度に減少した。減少した理由として、以下の 3 つが考えられた。

- ・時間の経過とともに、土壤中の放射能が弱まったこと。
- ・若干ではあるが、菜の花に放射性セシウムが吸収されたこと。
- ・線量が元々高く、放射能の減り幅が顕著であったこと。

(2)菜の花の放射能濃度について

図-2 に示すような分割方法でそれぞれの部位に含まれるセシウム濃度を測定した。

仙台市では、播種期調査(平成 24 年 11 月)に実施した土の放射能濃度は、<sup>134</sup>Cs、<sup>137</sup>Cs の合算値で 79Bq/kg であった。今回の菜の花の放射能測定では、A 地点の根において、<sup>134</sup>Cs、<sup>137</sup>Cs の合算値で 3.0Bq/kg-wet 検出されたが、その値は土全体に含まれる放射能の一部であると考えられた。

南相馬市 S 地区では、播種期調査(平成 24 年 11 月)に実施した土の放射能濃度は、<sup>134</sup>Cs、<sup>137</sup>Cs の合算値で 210Bq/kg であった。今回の調査で、A 地点、B 地点、C 地点で採取した菜の花の <sup>134</sup>Cs、<sup>137</sup>Cs の合算値の総量は約 14Bq/kg-wet であり、土全体量に含まれる放

射能濃度からみれば、1 割未満であった。また、C 地点では、葉茎部においては不検出であって、根よりも花穂部の方が濃度が高かった。放射性セシウムが取り込まれる際に、花穂部に集約される傾向がみられた。



図-2 ナタネの部位

南相馬市 O 地区では冬期調査(平成 25 年 2 月)に実施した土の放射能濃度は、<sup>134</sup>Cs、<sup>137</sup>Cs の合算値で 3,100Bq/kg であった。今回の調査で A 地点、B 地点、C 地点で採取した菜の花の <sup>134</sup>Cs、<sup>137</sup>Cs の合算値の総量は約 200Bq/kg-wet であり、土全体量に含まれる放射能濃度の 1 割未満であった。

これらの結果から、現段階で菜の花が土に含まれる放射能を吸収する割合は、全体の 1 割程度未満であると考えられた。

(3)収穫期の調査

平成 25 年 7 月に実施した調査では、空間線量率の変化については、これまで同様、「除染関係ガイドライン」(平成 23 年 12 月環境省)に定める測定方法に準拠し、ガンマ線シンチレーションサーベイメータ(以下、サーベイメータと呼ぶ)を用いて、地表から 100cm、50cm、1cm の高さの空間線量率(単位:  $\mu$ Sv/h)を測定した。1cm 高さの測定にあたっては鉛遮蔽コリメーターを使用した。鉛遮蔽コリメーターは、1 インチ用(0.6cm 厚)と 2 インチ用(0.6cm 厚)を重ね合わせ、1.2cm 厚の遮蔽体厚さとした。

空間線量率は、南相馬市零地区では地上 1m で 0.08  $\mu$ Sv/h、0.5m で 0.07  $\mu$ Sv/h、1cm で 0.04  $\mu$ Sv/h であった。小高地区では地上 1m で 0.88  $\mu$ Sv/h、0.5m で 1.0  $\mu$ Sv/h、1cm で 0.34  $\mu$ Sv/h であった。

土壤中の放射性セシウムについては、播種

期調査(南相馬市S地区:平成24年11月)、冬期調査(南相馬市O地区:平成25年2月)から比べ、土壌中の放射能は物理的減衰(半減期による自然減衰)により、計算上約5~7%程度は減衰されていることが想定された。播種期及び冬期調査時には、農水省方式では、S地区で215Bq/kg-wet、O地区で3,090Bq/kg-wetであったが、今回の調査ではS地区で153Bq/kg-wet、O地区で1,871Bq/kg-wetであった。S地区では約30%、O地区では約40%の低減となり、大幅な低減率となった。深度別調査では、播種期及び冬期調査時には、最も放射能が高い作土層と比較すると、S地区で63Bq/kg-wet、O地区で5,350Bq/kg-wetであったが、今回の調査ではS地区で89Bq/kg-wet、O地区で5,790Bq/kg-wetであった。農水省方式では約30~40%の低減がみられたのに対し、深度別では有為な差はみられず、逆に前回調査よりも上昇する傾向にあった。

これらの結果から以下のことが言える。

- ・農水省方式では圃場の5地点から平均的に採取した結果、圃場全体の放射能の減衰が確認できた。
- ・深度別調査では1地点しか調査を実施していないため、採取箇所の差異により結果に誤差を含むことが考えられた。
- ・農水省方式では、物理的減衰が7%程度あったと仮定してもさらにそれ以上放射能が減少する要因があることが示唆された。

菜の花の放射能濃度測定用試料は各地点において、測定に必要な量だけ根ごと掘り取り(1地点あたり1.7m<sup>2</sup>で合計5.1m<sup>2</sup>)、子実部、葉茎部と根に切り分け、水でよく洗って土を落とした後分析に供した。

S地区、O地区で採取された菜の花の放射能測定結果及び、放射性セシウム量を以下に示す。この調査では、S地区、O地区でそれぞれ5.1m<sup>2</sup>の区画から菜の花を根ごと採取し測定を実施した。S地区の計測結果を表-5に示す。

表-5 S地区のナタネ測定結果

部位	供試料量(kg-wet)	測定時間(s)	項目	放射能濃度(Bq/kg-wet)	放射能濃度(Bq/kg-dry)	検出限界濃度(Bq/kg-wet)
子実	0.715	3000	<sup>134</sup> Cs	10.0	13.9	1.22
			<sup>137</sup> Cs	20.1	27.9	0.988
			<sup>134</sup> Cs+ <sup>137</sup> Cs	30.1	41.8	-
			<sup>40</sup> K	182	253	14.0
葉茎	1.200	2000	<sup>134</sup> Cs	ND	ND	1.13
			<sup>137</sup> Cs	1.14	5.86	1.14
			<sup>134</sup> Cs+ <sup>137</sup> Cs	1.14	5.86	-
			<sup>40</sup> K	108	555	17.4
根	0.466	3000	<sup>134</sup> Cs	ND	ND	1.95
			<sup>137</sup> Cs	2.71	11.7	2.26
			<sup>134</sup> Cs+ <sup>137</sup> Cs	2.71	11.7	-
			<sup>40</sup> K	96.1	414	27.1

農水省方式の結果が圃場全体の平均を示していると考えた場合、圃場全体の放射性セシウム量を算出すると以下のようなになった。

S地区の場合、放射性セシウム濃度153Bq/kg、面積約70a、土の密度を約1,400kg/m<sup>3</sup>とすると7,000m<sup>2</sup>×0.15m×1,400kg/m<sup>3</sup>×153Bq/kg 22万5千kBq。

O地区の場合、放射性セシウム濃度1,871Bq/kg、面積約35a、土の密度を約1,400kg/m<sup>3</sup>とすると3,500m<sup>2</sup>×0.15m×1,400kg/m<sup>3</sup>×1,871Bq/kg 138万kBq。

放射性セシウム量の合計は、S地区で94Bq、O地区で236Bqであった。圃場全体に菜の花が均一に生育していると仮定した場合、S地区の圃場は70aあるので全体で129kBq、O地区の圃場は35aであるので全体で162kBqの放射性セシウムを吸収したことになる。S地区の土壌中には約22万5千kBqの放射性セシウムがあるとすれば、菜の花による吸収は全量の約0.06%、O地区の土壌中には138万kBqの放射性セシウムがあるとすれば、菜の花による吸収は約0.01%であった。

菜の花の部位毎で比較してみると、S地区では全体の85%が子実に吸収されていたのに対し、O地区では葉茎に49%が吸収され、子実では31%とS地区と比べて異なる結果となった。この要因としては、以下のことが考えられた。

- ・O地区では、依然として空間線量が高く、全重量の60%を占める葉茎部へ外部から放射性セシウムが付着していること。
- ・葉茎、根部分についても収穫期でも放射性セシウムを吸収している過程であり、放射能が高いO地区ではそれが顕著になった。

(4)平成25年7月に福島県南相馬市S地区及びO地区で収穫された菜種から、ヘキサン抽出にて油が抽出できるかを確認した。また、S地区で収穫された菜種についても測定した。菜種からヘキサンにて菜種油が抽出できることを認め、その油及び搾り粕にどの程度放射性セシウムが含まれているかを測定した(図-3)。

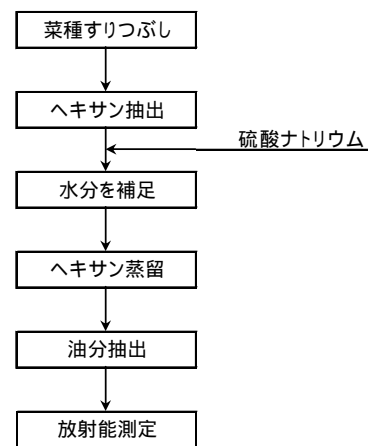


図-3 ヘキサン抽出と分析のフロー

「放射能濃度等測定方法ガイドライン」第2版(平成25年3月環境省)に準拠し、ゲルマニウム半導体検出器による核種分析を行った。放射能の測定は、抽出された油、油の搾り粕を測定した。油の放射能定量下限値は、各種0.5Bq/Lとした。

放射能測定は、事前に試料重量を計り測定

した。測定は、検出下限値 0.5Bq/L を目指し長時間の測定が必要となるため、元の抽出油をヘキサンにて再度希釈させて分析時間を短縮化した。

抽出油の放射能測定結果は、<sup>134</sup>Cs、<sup>137</sup>Csとも不検出であった。

搾り粕の放射能測定の結果、<sup>134</sup>Cs は 130Bq/kg-wet、<sup>137</sup>Cs は 58Bq/kg-wet 検出された。

菜種をヘキサン抽出する前と後で放射性セシウムを測定した結果、以下のことが分かった。

・菜種油をヘキサン抽出した場合、油へ移行する放射性セシウムは <sup>134</sup>Cs、<sup>137</sup>Cs の合計で 1.0Bq/L 未満であった。

・油を抽出した後の搾り粕中に、放射性セシウムは 0 地区サンプルで搾る前の 76%、S 地区サンプルで搾る前の 82%が残存していた。

これらのことから、菜種油をヘキサン抽出した場合には、放射性セシウムの油への移行は確認されなかった。また、放射能濃度(単位重量あたり)で見れば、油抽出前の菜種よりも抽出後の搾り粕の放射能濃度の方が高くなっており、このことは搾り粕に放射性物質が濃縮されていることの裏付けになっていると考えられる。

また、濃度に重量を乗じた放射能の絶対量では、両サンプルとも搾り粕中に放射性セシウム全体の約 80%程度の残存が確認された。子実中に取り込まれる放射性セシウムは水溶性であり、残りの 20%程度の放射性セシウムは、水分等搾り粕以外にも含まれていたものと推察された。ヘキサン抽出中に発生する水分は、分析機器中(ディーンスターク型抽出機を使用)に捕集されるため、この水分に含まれる放射性セシウムもこの 20%の一部に含まれていると考えられた。

また油の回収率は、0 地区サンプルで 94%、S 地区サンプルで 97%の回収率であり、100%に近い油を回収できた。

従来の菜種を圧搾する方法で搾油する場合には、搾油後に油を静置し、その上澄みを利用する場合があるが、本調査で抽出した方法よりも不純物が混入しやすく、油中の放射性セシウムはもう少し多く検出されるのではないかと考えられる。

#### (5)葛尾村の調査結果

平成 28 年度中に帰還事業が始まる葛尾村では、村内で緑肥としてナタネを栽培することが推奨されている。村役場がナタネの栽培を推奨し、栽培者を支援する形態であるため、品種や栽培条件は異なるが、帰還開始を前に村内の農地や宅地は全て除染が完了している。こうした地域内の空間線量や農産物の放射性セシウム濃度を村内 4 地点で調査した。

空間線量率は、A、B、C 地点はほぼ同様の線量率で、地上 1m で 0.07~0.10  $\mu$ Sv/h、50cm で 0.07~0.11  $\mu$ Sv/h、1cm で 0.03~0.04  $\mu$ Sv/h であった。D 地点では、他の 3 地点よりもやや高い値を示し、地上 1m の平均

で 0.20  $\mu$ Sv/h、50cm で 0.20  $\mu$ Sv/h、1cm で 0.08  $\mu$ Sv/h であった。D 地点は、北側の山肌から土砂が流出し、全体的に空間線量率が高くなっているものと推察された。

菜の花(葉茎+根)に含まれる放射性セシウムの測定結果を以下に示す。いずれの地点においても <sup>134</sup>Cs、<sup>137</sup>Cs とも 5Bq/kg を下回っていた。仮に、この菜の花を食用にすると考えた場合でも、<sup>134</sup>Cs+<sup>137</sup>Cs の合算値で 10Bq/kg を下回っており、食品衛生法に基づく食品中の放射性物質に関する基準値(一般食品 100Bq/kg)の 1/10 にも満たない結果となり、問題がないことがわかった。

#### (6)おわりに

本研究では、ナタネ BDF の再生可能エネルギーとしての利用方法調査やライフサイクルアセスメントの実施など、残された課題もあるが、研究全体を通じて、放射性セシウム汚染地域でのナタネの利用方法や、原発 25km 圏内の除染完了地域内でのナタネの利用方法について知見を得ることができた。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 13 件)

Yong H-Y, Wang C, Bancroft I, Li F, Wu X, Kitashiba H, Nishio T, Identification of a gene controlling variation in salt tolerance of rapeseed (*Brassica napus* L.). , 査読有り、242、2015、313-326  
DOI : 10.1007/s00425-015-2310-8

Masami NANZYO, Hitoshi KANNO, and Akira TAKEDA , Vertical distribution of radiocesium in side bar deposits of the Utsushi and Agano rivers, Japan , Clay Science , 査読有り、18、2014、43-52  
<http://ci.nii.ac.jp/naid/110009865338>

中井 裕、西尾 剛、北柴 大泰、南條 正巳、齋藤 雅典、伊藤 豊彰、大村 道明、食・農・村の復興支援プロジェクトと津波塩害農地復興のための菜の花プロジェクト、環境バイオテクノロジー、査読無し、13(1) 2013、39-46  
<http://ci.nii.ac.jp/naid/40020322204>

[学会発表](計 24 件)

金山喜則 他、トマトの染色体断片置換系統における発芽期の塩ストレス耐性に関する研究、園芸学会春季大会、2016 年 3 月 26~27 日、東京農業大学(東京都厚木市)

Yutaka Nakai, Takeshi Nishio, Hiroyasu Kitashiba, Masami Nanzyo, Masanori Saito, Toyoaki Ito, Michiaki Omura , Rapeseed Project for Restoring Tohoku Region after

Great East Japan Earthquake (GEJE), and Tohoku Agricultural Science Center for Reconstruction (TASCR), FOOD VALLEY EXPO 2015 (招待・特別講演) 2015年10月12日～2015年10月13日、ワーヘニンゲン大学(オランダ,ワーヘニンゲン)

南條 正巳、大津波(2011年)に被災した農地土壌の概況、土壤物理学会第56回シンポジウム、2014年10月25日、宮城大学太白キャンパス(宮城県仙台市)

中井 裕、東北大学農学研究科の東日本大震災復興支援：食・農・村の復興支援プロジェクトと津波塩害農地復興の為の菜の花プロジェクト、日本地球惑星科学連合2014年大会(招待講演) 2014年4月30日、パシフィコ横浜 会議センター(神奈川県・横浜市)

〔図書〕(計5件)

中井 裕、伊藤 豊彰、大村 道明、勝呂元、東北大学出版会、コンポスト科学 - 環境の時代の研究最前線 -、2015、286(1-11、249-255)

Nakai Y, Nishio T, Kitashiba H, Nanzyo M, saito M, Ito T, Ohmura M, Abe M, Ogushi Y. , Springer , Post-Tsunami Hazard: Restoration and Reconstruction , 2015 , 331 (293-310)

南條 正巳、星雲社、土壌中の鉍物におけるCs吸着ハンドブック、第2章 福島県の土壌およびCs汚染の分布、2014、21-39

中井 裕、西尾 剛、北柴 大泰、南條 正巳、齋藤 雅典、伊藤 豊彰、大村 道明、大串 由紀恵、阿部 美幸、東北大出版会、菜の花サイエンス - 津波塩害農地の復興 -、2014、120

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
国内外の別：

取得状況(計0件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：

取得年月日：  
国内外の別：

〔その他〕  
ホームページ等  
津波塩害農地復興の為の菜の花プロジェクト  
<http://www.nanohana-tohoku.com/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

中井 裕 (NAKAI, Yutaka)  
東北大学・大学院農学研究科・教授  
研究者番号：80155655

(2) 研究分担者

南條 正巳 (NANZYU, Masami)  
東北大学・大学院農学研究科・教授  
研究者番号：60218071

齋藤 雅典 (SAITO, Masanori)  
東北大学・大学院農学研究科・教授  
研究者番号：40355079

西尾 剛 (NISHIO, Takeshi)  
東北大学・大学院農学研究科・教授  
研究者番号：30301039

金山 喜則 (KANAYAMA, Yoshinori)  
東北大学・大学院農学研究科・准教授  
研究者番号：10233868

大村 道明 (OMURA, Michiaki)  
東北大学・大学院農学研究科・助教  
研究者番号：70312626