

研究報文

淡口醤油に適した小麦・大豆の循環型栽培の確立

中田佳幸¹, 徳力 望¹, 藤原郁廣², 藤枝克司², 高部正温², 薦田 裕¹
 (¹ヒガシマル醤油株式会社, ²株式会社高田商店)

(令和2年4月14日受理)

Circular agriculture of both wheat and soybean suitable for light-color soy sauce

Yoshiyuki Nakata¹, Nozomu Tokuriki¹, Ikuhiro Fujiwara², Katsushi Fujieda²,
 Masayoshi Takabe², Hiroshi Komoda¹

(¹Higashimaru Shoyu Co.,Ltd ²Takata-Syouten Co.,Ltd)

淡口醤油の品質向上と安心安全な原料調達を目的に、地元において自社の淡口醤油醸造に適した高たんぱく質かつ高糖質の新しい小麦・大豆の栽培に取り組んだ。米、小麦、大豆を2年で順に輪作(2年三作)することにより農地の有効利用を図った。また、醤油粕は肥料として、地力の維持・回復に利用できることが示唆された。

緒 言

国産の小麦、大豆は生産量に限りがあり、将来にわたり、醤油醸造に適した高品質の原料を安定的に調達することは難しい。そこで、地元(兵庫県たつの市)において自社の淡口醤油醸造に適した小麦、大豆の栽培検討を始めた。2000年頃のたつの市の圃場は水稲作が中心で、その裏作として一部圃場にて小麦が栽培されていたに過ぎなかった。しかも、水稲作(田植え作業等)を優先し、梅雨入り前の収穫を余儀なくされるため未熟な小麦となり、収穫量も低く、たんぱく質や糖質の乏しい品質であった。そこで、栽培方法を一から見直し、醤油醸造に適した高たんぱく質で高糖質な小麦栽培に取り組んだ。小麦栽培が軌道に乗る中、大豆の栽培にも着手した。米、小麦、大豆を2年で順に輪作(2年三作)することにより、農地の有効利用が図れると共に、地域農業の活性化にもつながると考えた。また、地力の維持・回復を目的に、醤油粕を肥料として用いる循環型栽培として展開を図った。

淡口醤油醸造において、小麦たんぱくによる旨味増強と濃化抑制についての報告がある¹⁾。そこで、たんぱく質含量の高い小麦を栽培できれば同等の効果が得られると考え、超硬質小麦の地元栽培に取り組んだ。さらに、醤油醸造において重要な高たんぱく大豆の栽培にも取り組んだ。たんぱく質含量の目標値(水分12%換算)を、小麦は13.5%、大豆は40.0%以上と設定した。また、大豆の粒度としては経験上であるが、国産大豆に多い大粒な品種より北米産大豆に多い中小粒(直径5.5~7.9mm)の方が蒸煮缶での蒸し上がりが良く、出麴の品質も良好であると考えられた。たつの市の圃場に適した、栽培管理が容易で収量の高い品種を探索し、完熟栽培により収量の向上と目標成分の達成を試みた。

小麦栽培では、既存品種の「シロガネコムギ」、「ふくほのか」で栽培を開始する中、国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構(農研機構)で超硬質小麦として開発中であった「北海261号(ゆめちから)」のたつ

の市での試験栽培を行い、「ゆめちから」の契約栽培を実現した。大豆栽培でも、既存品種の「サチユタカ」、「タマホマレ」の栽培に取り組み、更に農研機構で開発中であった高たんぱく質で中小粒である新品種「四国15号(たつまる)」の試験栽培を行い「たつまる」の契約栽培に結びついた。

試験方法

契約栽培体制

たつの市での小麦栽培は、図1に示す関係機関が連携し、株式会社高田商店を事務局として、各機関の役割を明確にし協力して進めることとした。小麦の栽培方法については、農研機構や兵庫県農林水産技術総合センター、龍野農業改良普及センターの指導を受け実施した。たつの市にある兵庫県手延素麺協同組合の協力を得て、地元産小麦の需要拡大に努め、「手延素麺掛保の糸 播州小麦」²⁾の商品化にも結び付いた。

小麦・大豆の栽培方法

小麦、大豆の栽培は、兵庫県農政環境部の「稲・麦・大豆等指導指針」³⁾に従い実施した。関係機関(農研機構、兵庫県農林水産技術総合センター、龍野農業改良

普及センター、たつの市農林水産課)での試験や圃場の栽培記録を基に、「栽培ごよみ」を作成し、排水対策、適期適量施肥、病害虫対策、雑草対策を徹底して、適期に収穫する栽培手順を定めた。たんぱく質含量を上げるための基本施肥体系は、小麦は10a当り、播種時に元肥として窒素成分施肥量6.6kgの化成肥料を施肥し、分けつ肥(2月上旬)は硫酸20kg、穂肥(3月中旬)は硫酸20kg、実肥(4月下旬)は硫酸30kg、赤かび防除の薬剤散布時(5月上旬と中旬の2回)に尿素を葉色等を見ながら適宜(約2.5kg)葉面散布した。大豆は10a当り、播種時に化成肥料を窒素成分施肥量3.0kg、追肥(8月下旬)は化成肥料を窒素成分施肥量2.1kgとして施肥した。ただし、施肥時期、量については、生育状況により加減した。収穫時期は、小麦では穀粒水分25%以下とし(6月下旬)、大豆では茎水分50%以下、穀粒水分20%以下とした(12月上旬)。土作りでは、苦土石灰により土壌酸度をpH6.0~7.0に矯正し、稲・麦藁のすき込み等に加えて醤油粕肥料の散布を検討した。小麦の播種量は、11月中旬播き7kg/10aを基本とし、11月上旬は6kg/10a、11月下旬以降は8kg/10aで行った。大豆栽培は、7月中旬に播種量7kg/10aとし、播種量を多くし茎数を確保する狭条密植

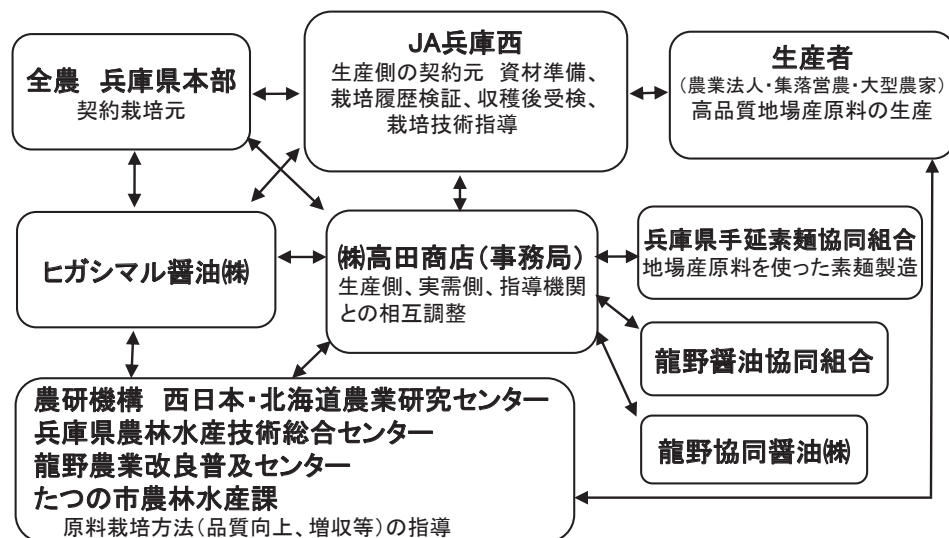


図1 契約栽培連携体制図

栽培³⁾することで除草の為の中耕行程をなくして省力化を図った。

栽培品種

試験栽培を含め、取り組んだ品種の推移を図2に示した。小麦、大豆共に、当初は兵庫県の奨励品種で試験し、次に醤油醸造に適した既存品種に切り替え、更に農研機構で開発中の新品種で目標とする品質の達成を試みた。2001年より「シロガネコムギ」0.6haで試験を開始した。「シロガネコムギ」は、1975年から兵庫県の奨励品種であり、現在も兵庫県産小麦の主品種である。早熟の品種であり、入梅前後の収穫期であることが大きなメリットであるが、たんぱく質含量は、10%未満と低い。「シロガネコムギ」を用いて追肥によるたんぱく質含量の増加を検討し、更に2006年からは、たんぱく質含量のより高い既存品種「ふくほのか」⁴⁾の栽培を開始した。2007年には農研機構北海道研究センターで超強力小麦品種として開発中であった「北海261号(ゆめちから)」の試験栽培に着手し、2010年から兵庫県の奨励品種に登録された「ゆめちから」⁵⁾の本格栽培を実施した。農研機構西日本研究センター

表1 大豆の粒径と成分比較

	サチユタカ	タマホマレ	こがねさやか	たつまろ
粒大	大粒	中粒	中粒	中小粒
百粒重(g)	32.7	29.7	32.0	24.3
粗タンパク含有率	44.8	37.8	44.7	45.0
同上 水分12%換算	39.4	33.3	39.3	39.6
粗脂肪含有率	18.0	18.0	17.6	17.3
全糖含有率	—	21.4	18.1	17.1

農林水産省 政策統括官 穀物課「国産大豆の品種特性(2018年3月)」より改編

で開発中であった「中国161号(せときらら)」についても検討したが、「ゆめちから」と比較して優位性はないと判断して試験を終了した。

小麦の地元栽培が軌道に乗る中、小麦の収穫後の圃場に大豆を栽培することを考え、2006年から兵庫県の奨励品種である「サチユタカ」の検討を開始し、より小粒の既存品種「タマホマレ」や農研機構の西日本研究センターで開発中であった「四国10号(こがねさやか)」、「四国15号(たつまろ)」の試験栽培を実施した。検討した大豆4品種の粒径と成分値について、農林水産省の「国産大豆の品種特性」⁶⁾より抜粋し、表1に示す。粒径は、農産物規格により7.9mm以上が70%以上の物を大粒、7.3mm以上が70%以上の物を中粒、

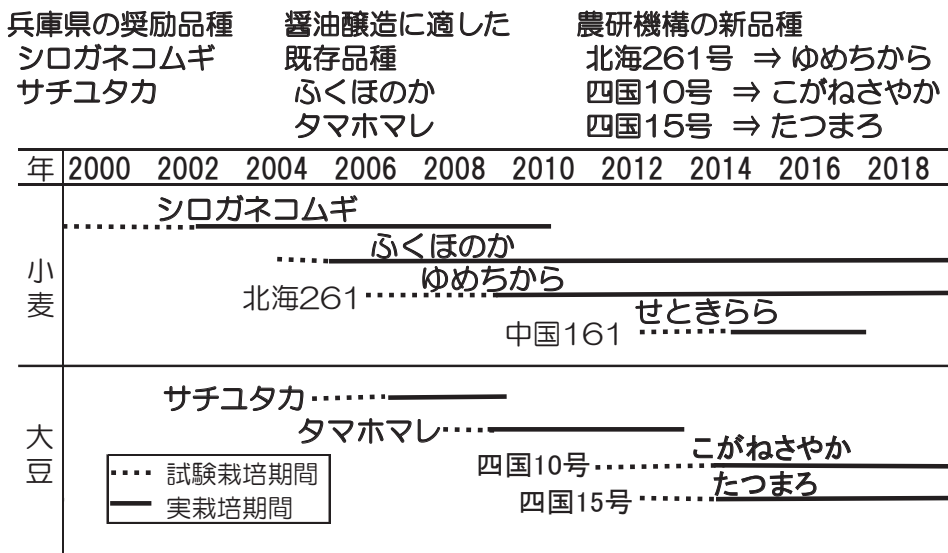


図2 地元栽培品種の推移

5.5mm未満が70%以上を小粒としている。「たつまる」は中粒と小粒の間になり、新たな区分の中小粒とした。栽培大豆の粒度は、以下の篩を用いてそれぞれの割合を求めた。7.9mm以上を大粒、7.3mm以上7.9mm未満を中粒、7.3mm以下を小粒とした。

醤油粕肥料による循環型栽培

たつの市の圃場では、基本は水稲作であり、小麦や大豆作を行うに当たり、米（5月下旬～10月上旬）、小麦（11月中旬～6月下旬）、大豆（7月中旬～12月上旬）の2年三作と各作の切り替え期の土作りによって、土地の有効利用と地力の維持を図った。当社の醤油粕を原料とした醤油粕肥料を、4圃場（御津北営農組合（59a）、入野営農組合（28a）、野部天神営農組合（18a）、揖保南営農組合（①57a、②40a、③48a））にて、150kg/10aの散布を行った。各圃場の平均荷受け単収を対照として、醤油粕肥料散布区の荷受け単収と比較した。

たんぱく質、糖質量の分析

たんぱく質含量は、株式会社住化分析センター製SUMIGRAPH NC-220Fを使用した燃焼法により全窒素量を求め、小麦は係数5.83を乗じ、大豆は、係数6.25を乗じて求めた。全糖量は、常法により塩酸分解したのちSchales法により還元糖を求めた。小麦、大豆の成分値は、水分12%に換算して比較した。

結果及び考察

小麦栽培

たつの市での各種小麦の平均単収と平均たんぱく質含量の経年推移を図3に示した。兵庫県産小麦の平均単収は200kg/10a前後であり、たつの市の契約栽培農家の平均単収が300kg/10a前後で推移していることは、排水対策等の栽培手順を順守して取り組んだ結果であると共に、新品種「ゆめちから」が兵庫県での栽培に適していることを示唆している。「シロガネコムギ」で、一般的な栽培をした場合のたんぱく質含量は8%であるが、基肥・分けつ肥・穂肥・実肥を施肥することにより、12%以上に上げることができた。「ふくほのか」についても同様に栽培し、たんぱく質含量の向上

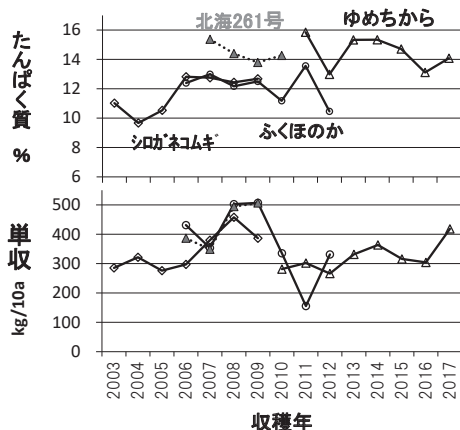


図3 小麦の単収とたんぱく質含量推移

表2 最高単収とたんぱく質含量

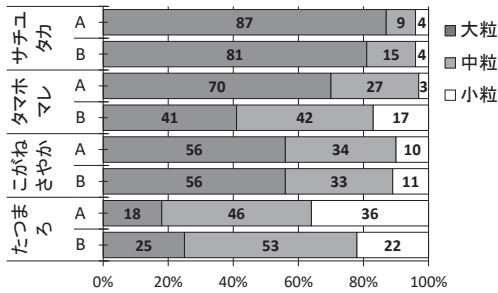
品種	収穫年	単収 kg/10a	たんぱく質含量 %
シロガネコムギ	2008年	458	12.4
ふくほのか	2009年	507	12.5
ゆめちから	2017年	418	14.1

を試みたが、目標値(13.5%)を超えるのは難しかった。一方、「北海261号(ゆめちから)」は、常に14%前後を示し、たんぱく質含量の目標を達成できた。一般に単収が上がると肥料の効果が薄まり、たんぱく質含量が下がる傾向にある。そこで、各品種で最高単収を示した年のたんぱく質含量を表2に示した。2017年「ゆめちから」単収418kg/10aでたんぱく質含量は14.1%と目標値より高い値を示し、「ゆめちから」の収量かつ品質上の優位性が明らかになった。

大豆栽培

「サチユタカ」、「タマホマレ」、「こがねさやか」、「たつまる」を用いた試験栽培(2013年)において、粒度分布を調べた(図4)ところ、「サチユタカ」は2試験圃場(大住寺営農組合A・御津西部営農組合B)共に大粒比率が70%以上の大粒品種、「タマホマレ」は2試験圃場でややバラついているが中粒品種である。「こがねさやか」も中粒品種であり、「たつまる」はB圃場では中粒品種、A圃場では中小粒品種であった。

たんぱく質含量は、たつの市内の「タマホマレ」の平



(2013年大住寺(A)・御津西部(B)営農組合試験圃場)

図4 大豆粒度の確認

表3 大豆のたんぱく質量, 全糖量と単収(2013年)

	たつの市圃場	タンパク質 % α	全糖 % β	α + β %	単収 kg/10a
タマホマレ	平均	34.0	18.5	52.6	217
	大住寺①	39.6	17.2	56.8	272
こがねさやか	大住寺②	39.4	16.8	56.2	280
	御津西部①	38.1	16.7	54.8	266
	御津西部②	36.8	17.5	54.3	248
	馬場	36.9	18.4	55.2	284
たつまる	大住寺③	39.8	16.3	56.1	295
	御津西部③	41.3	16.0	57.3	170
	御津西部④	39.5	17.0	56.5	272

均値は34.0%に対し、「こがねさやか」は36.8~39.6%、「たつまる」は39.5~41.3%であった(表3)。また、たんぱく質量(α)と全糖量(β)の合計量(α + β)も「たつまる」が高く、醤油醸造において優位であることが示唆された。単収は、「たつまる」の御津西部営農組合圃場③で、一部水害により単収170kg/10aとなっているが、全体的に「タマホマレ」より「こがねさやか」「たつまる」は高い単収であり、たつの市の圃場に適した品種であると結論付けた。「たつまる」のみ難裂莢性の品種であり、収穫時の圃場での脱落粒が減少していることも単収増加に寄与したものと考える。

小麦・大豆の単収比較

2017年たつの市産の小麦, 大豆は豊作であり, これらの単収を北海道や兵庫県の単収と比較した(表4)。北海道は, 小麦, 大豆共に全国で一番の単収を示しており, 小麦の生産量においては国産の6割に達する。たつの市の契約栽培圃場(たつの市集落営農連絡協議会)の中でも小麦, 大豆共に単収が一番高かった株式会社グリーンファーム揖西(株GF揖西)の単収を比べたところ, 株GF揖西の単収は, 小麦505kg/10a, 大

表4 2017年産単収

	単収 kg/10a	
	小麦	大豆
兵庫県	234	101
たつの市	418	165
(株)GF揖西	505	234
北海道	500	244

豆234kg/10aと北海道と同程度の単収であった。たつの市の平均単収は, 小麦418kg/10a, 大豆165kg/10aであり, 兵庫県の平均単収と比べても高いものであった。この結果は, 契約栽培農家の栽培技術の高さと, 栽培品種がたつの市の圃場に適した品種であることを示している。

醤油粕肥料の効果

2015年作の小麦栽培にて, 4圃場で醤油粕肥料の肥料効果を検証したところ, すべての圃場において, 対照の110~172%の単収増であった(図5)。懸念される食塩の影響は, 10a当たり醤油粕肥料150kg程度の散布であれば, 食塩量として10kg程度であり, 一般的な牛糞堆肥10a当たり2t程度の散布時の食塩量と同レベルで, 植物への影響はほとんどないと考えられる。特に牛糞堆肥では, 海外から輸入された牧草等の種子の残存があるため外来性の雑草繁殖の恐れがあるが, 醤油粕肥料にはそのようなことがなく生態系を守る上でも有効である。醤油粕肥料の肥料効果は, 窒素成分によるところが大きいと考えるが, 土壌改良的な

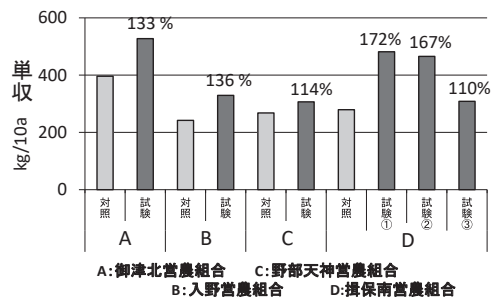


図5 醤油粕肥料の効果

効果もあると思われ、詳細な有用性を現在検討中である。今後、たつの市内での醤油粕肥料の有効利用を進め、循環型栽培法の確立と共にSDGs実現のための一つの取り組みとして実施していく。

土地利用型循環栽培の推進

2000年頃までのたつの市の圃場では水稲作のみが行われていた。各営農組合では、圃場を2ブロックに分けて、交互に水稲作をしており、作付の無い圃場の一部で裏作としての小麦が栽培されていた(図6)。当時は小麦の需要が少なく、生産意欲も低い中、水稲作の作業を優先するがあまり早刈りとなり、未熟でたんぱく質、糖質共に乏しい、醤油醸造に向かない品質であった。そのような中、醤油醸造用小麦の栽培に取り組み、米、小麦の2年二作で完熟小麦の栽培を開始した。さらに、大豆作も加えた、2年三作を実現し土地の有効利用を図り、各作の間での土作りでは醤油粕肥料の利用を推進した。2007年4月には、たつの市、龍野農業改良普及センター、JA兵庫西、生産者、実需者が一体となり「たつの市集落営農連絡協議会」を立ち上げ、生産者、実需者、自治体と連携した米、小麦、大豆の生産と土作りに向けた組織的かつ計画的な農業活性化を進めている。当協議会の生産者は、地域農業の中心的な担い手として、安定的な経営に努めながら地域産業との持続的な関係作りを進め、地場産業の発展に寄与することを目標に定めている。本活動により、SDGs実現を目指した持続可能な農業がさらに促進されるものと期待している。

新品種の栽培で得られた小麦「ゆめちから」、大豆「たつまる」を用いて醤油醸造を順次行っており、高たんぱく質で高糖質な品種であることから、自社の品質基準に適した淡口醤油醸造が継続できている。

2015年5月に、農研機構主催の「醤油醸造用の大豆新品種説明会」がヒガシマルホールにて開催され、良質で醤油醸造に適した大豆として、「こがねさやか」「たつまる」が紹介された。また、たつの市集落営農協議会は、2年三作の栽培活動を評価され、農林水産省が主催する「2017年度地産地消等優良活動表彰」において「地域振興部門 農林水産大臣賞」を受賞していることを付記する。本報は、日本醤油技術センター第87回醤油研究発表会(平成30年10月)と第88回醤油研究発表会(令和元年10月)において報告したものをまとめたものである。

要 約

1. 超高たんぱく品種の小麦「ゆめちから」の栽培に取り組み、単収418kg/10a、たんぱく質含量14.1%を実現した。
2. 大豆「たつまる」の地元栽培に取り組み、中小粒でたんぱく質含量40%前後、高単収の品種であることを実証した。
3. たつの市での小麦、大豆の単収は継続的に高く推移し、栽培品種の適性と共に高い栽培技術に基づいた持続的な取り組みによるものであることが示唆された。
4. 醤油粕肥料150kg/10aの散布で、小麦単収が110～172%増加すると共に、外来性の雑草汚染の懸

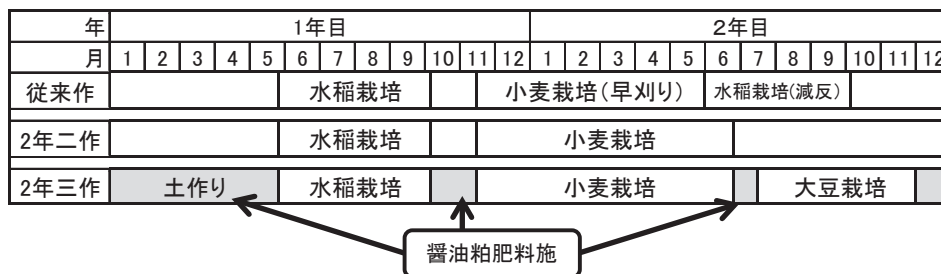


図6 土地利用型循環栽培法

念がない新しい循環型栽培としての可能性を示した。

5. 米，小麦，大豆の2年三作と醤油粕肥料を用いた土作りで，土地利用型循環栽培による持続的農業のSDGsモデル確立が示唆された。

謝 辞

たつの市内での醤油醸造用の小麦，大豆栽培に当たり，図1に示す関係団体のご協力をいただきました。関係者の皆様に感謝申し上げます。

資 料

- 1) 岡田 崇，桂 晴美，古林万木夫：醸協，100，478-483 (2005)
- 2) 農林水産省 経済産業省：地域を活性化する農工商連携のポイント(平成22年2月) 31-32 (2010)
- 3) 兵庫県農政環境部：稲・麦・大豆作等指導指針(平成29年3月)，72-120 (2017)
- 4) 澤田富雄，三好明宏：兵庫農技総セ研報(農業)，55，1-4 (2007)
- 5) 田引 正，西尾善太，伊藤美環子ら：北海道農研研報，195，1-12 (2011)
- 6) 農林水産省 政策統括官 穀物課：国産大豆の品種特性 平成31年3月(2018)