

◆「大豆の収量安定・多収化に向けて～阻害要因とその対策～」

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構

生物系特定産業技術研究支援センター

新技術開発部 研究リーダー 持田秀之氏



平成30年度 東北大豆セミナー in ふくしま

大豆の収量安定・多収化に向けて ～阻害要因とその対策～

平成30年8月24日

農 研 機 構

生物系特定産業技術研究支援センター

新技術開発部 研究リーダー 持田 秀之

1



今回お話しする内容

- 1) 東北地域における大豆生産の特徴と地帯区分
- 2) 湿害防止対策と高温乾燥害への対応
- 3) 東北地域における大豆の収量安定に向けて
- 4) 東北地域における大豆の多収に向けて

2

1) 東北地域における大豆生産の特徴と地帯区分

東北地域は全国の24%の作付面積を占めており、生産割合は23%とほぼ同様となっています。一方で、北海道は単収が高いことから作付面積割合が27%ですが生産割合は35%と高くなっています。

全国の地域別に単収をみてみますと、東北地域は全国平均を下回っておりまして、北海道と九州が全国平均を上回っている状況です。

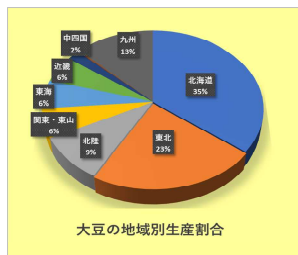
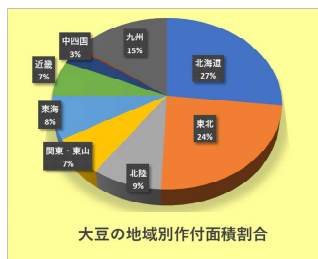
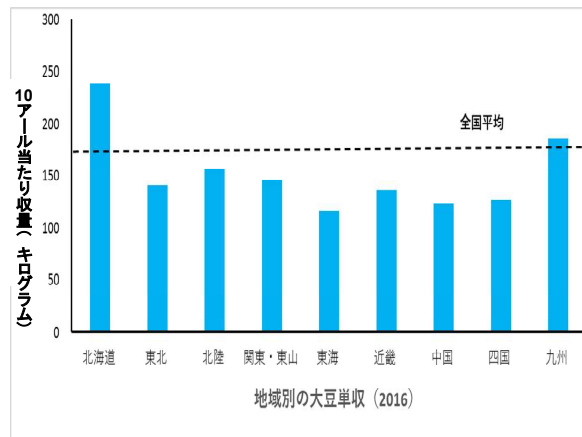


図 地域別大豆生産量と作付面積(2016年)

寒冷地(東北地域)は全国の生産量および作付面積の約1/4を占める主産地⁴



東北の単収は全国平均より劣る(東北141kg、全国173kg/10a)⁵

東北地域の作付面積を県別に見てみますと、宮城県が一番大きく、次いで秋田県、山形県、青森県、岩手県、福島県と続いています。水田への作付割合(田作率)は青森県、岩手県、宮城県、秋田県、山形県は高くなっていますが、福島県は低いといった特徴があります。

また大豆1年1作が占める割合と連作率をみてみますと、北海道及び東北地域では1年1作の割合が高くなっています。東北地域の中では、宮城県では1年1作の占める割合は低く、連作率が低くなっています。宮城県での連作率の低さは、1年2作あるいは2年3作の作付であったり、ブロックローテーションの実施割合が高いことが背景にあります。

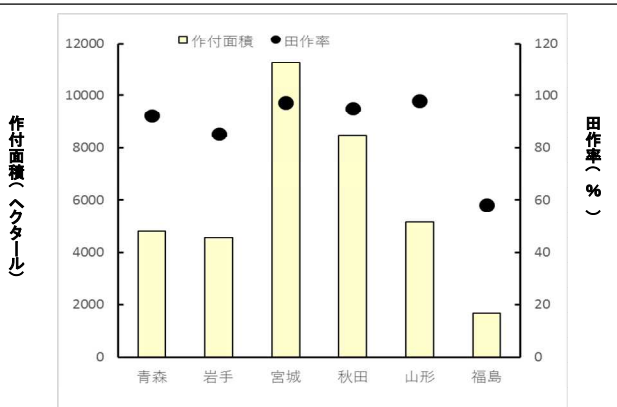


図 県別の作付面積と水田転換畑(田作)の占める割合(2015)

宮城、秋田、山形で作付面積が大きく、水田転換畑での作付が9割以上⁶

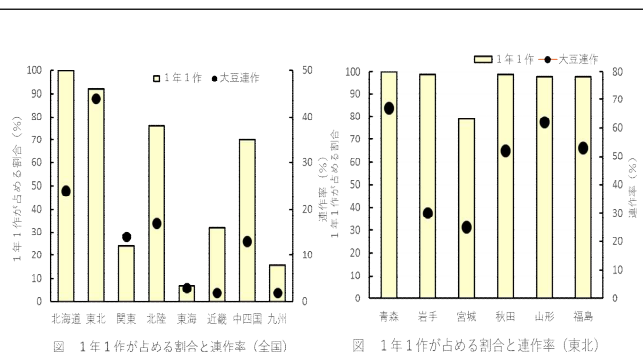


図 1年1作が占める割合と連作率(全国)

図 1年1作が占める割合と連作率(東北)

・北海道、東北地域は1年1作の占める割合が著しく高い。
・東北地域では、宮城県で1年1作の占める割合が低く、連作率も小さい(土地利用率高、ブロックローテーションの実施)。

東北地域は6つの地帯に分けることができ、各地帯には気象特性(気温、日照時間)があります。気温が高く日照時間が長い日本海側中南部は高単収で年次変動が小さく、気温が低く日照時間が短い太平洋北部は単収が低く年次変動が大きくなっています。

この地帯別に40年間の統計を整理して調べてみたところ、1969~1978年においてはバラツキは若干ありますが地域別にほとんど差はありませんでした。ところが、その10年後の1979~1988年は、日本海側中南部において186kg/10aと一気に収量があがった一方で、太平洋側北部などではあまり変わっておらず、地域的に差が出てきました。日本海側中南部はその後単収は伸びておらず年次変動が大きくなっており、太平洋側はその後単収は低迷しています。

表1 大豆生産の地帯別の特徴 (1979～88年)							
地帯略号	地理的位置	気象特性		平均単収 (kg/10a)	変動係数 (%)	作付体系	(播種期/成熟期)
		気温	日照				
A	日本海側中南部	高い	長い	186	12.4	単作	(5月下旬/9月中～10月中旬)
B	日本海側北部	低い	長い	151	15.7	単作	(5月下旬/9月中～10月中旬)
C	太平洋側中部	平均的	短い	129	16.5	単作	(5月中～6月中旬)
D	太平洋側南部 (福島県浜通・中通)	高い	短い	122	15.2	二年三作	/9月中～10月中旬)
E	太平洋側北部	低い	短い	136	25.9	単作	(5月中旬/9月中～10月中旬)
F	内陸地域 (福島県金津)	高い	平均的	154	9.7	二年三作	/9月中～10月中旬)

気温が高く日照時間が長い日本海側中南部は単収が高く、年次変動も小さい。太平洋北部は単収も低く、変動が大きい。

8

第1表 大豆の単収とその変動の推移									
地帯区分	1969～1978年		1979～1988年		1989～1998年		1999～2008年		
	単収 (kg/10a)	変動係数 (%)	単収 (kg/10a)	変動係数 (%)	単収 (kg/10a)	変動係数 (%)	単収 (kg/10a)	変動係数 (%)	
日本海側 中南部 A	135	10.6	186	12.4	182	10.7	162	28.4	
北部 B	130	5.6	151	15.7	159	11.2	144	16.8	
太平洋側 中部 C	121	12.5	129	16.5	131	13.9	138	10.2	
南部 D	114	8.3	122	15.2	124	12.4	128	10.0	
北部 E	129	13.3	136	25.9	149	20.9	133	21.3	
内陸地域 F	129	9.7	154	9.7	152	9.1	157	16.0	

・1980年頃に単収が高く、変動が小さかった日本海側中南部では、ここ10年間をみると、単収が低迷しており変動も大きくなっている。
 ・太平洋側では、単収は低迷しており、その変動も40年前と比べてやや低下しているが、同様の傾向を示す。
 ・内陸地域は、1980年頃の単収増加は認められるが、それ以降は変化なし

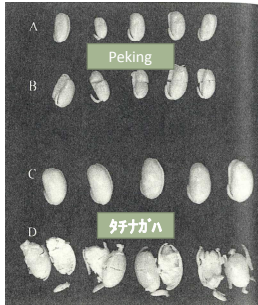
9

2) 湿害防止対策と高温乾燥害への対応

単収の低迷には湿害（出芽苗立ちと生育不良）が大きく関わっており、湿害を回避するための対策としては排水対策と栽培法によるものがあります。排水対策には、明渠、弾丸暗渠、本暗渠、心土破砕、地下灌漑システム（FOEAS）があります。栽培法による対策には、有芯部分耕栽培、耕うん同時畝立て播種、小畝立て播種、その他種子に殺菌剤（クルーザーMAXX など）を処理する方法があります。

有芯部分耕栽培、耕うん同時畝立て播種、小畝立て播種等の大豆 300A 技術等播種技術は、慣行栽培と比較し単収が高くなることが実証されています。

大豆の湿害の種類



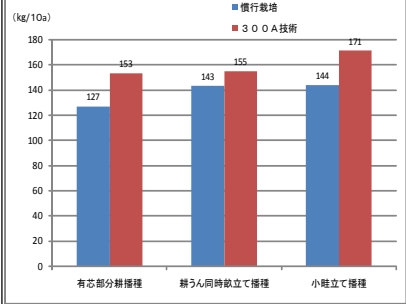
出芽不良(過吸水による種子の破壊、子実からの栄養分の漏出)



初期生育の不良(排水が不良で、地下水位が30～40cmより高いと発生)

11

大豆300A技術等の効果



(注1) 小畦立て播種栽培は岩手県農業研究センターで開発された技術。
 (注2) H22自給力向上戦略的作物等緊急需要拡大事業に係る調査より。
 (東北農政局)

技術名	実証結果		
	実証区	対照区	対照区比
有芯部分耕播種	153	127	120%
耕うん同時畝立て播種	155	143	108%
小畦立て播種	171	144	119%

技術名	実証地帯	対照区より10a当たり増収した内訳			
		高い実証地帯	低い実証地帯	低い実証地帯	低い実証地帯
有芯部分耕播種	7	5	71%	2	29%
耕うん同時畝立て播種	101	70	69%	31	31%
小畦立て播種	120	85	74%	35	29%
計	238	170	72%	68	28%

(参考) 平成22年度大豆の10a当たり収量 (単位: kg)

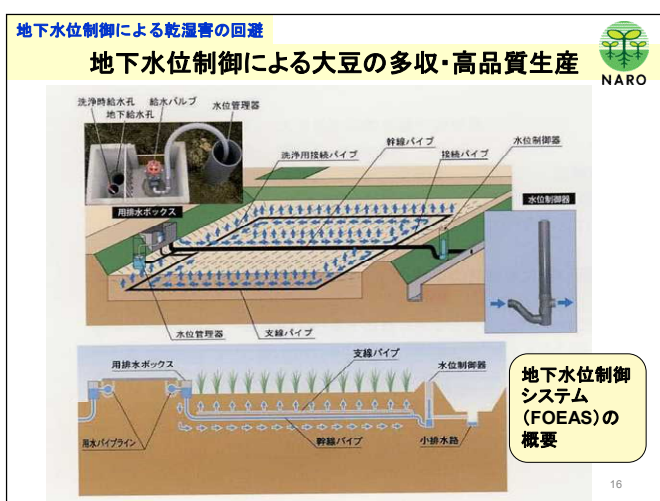
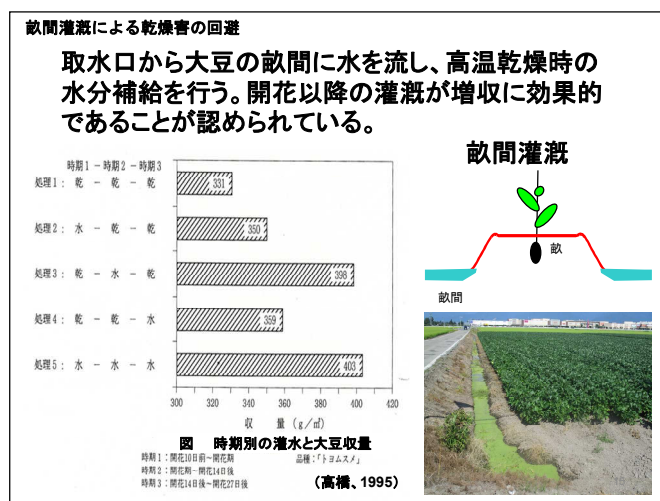
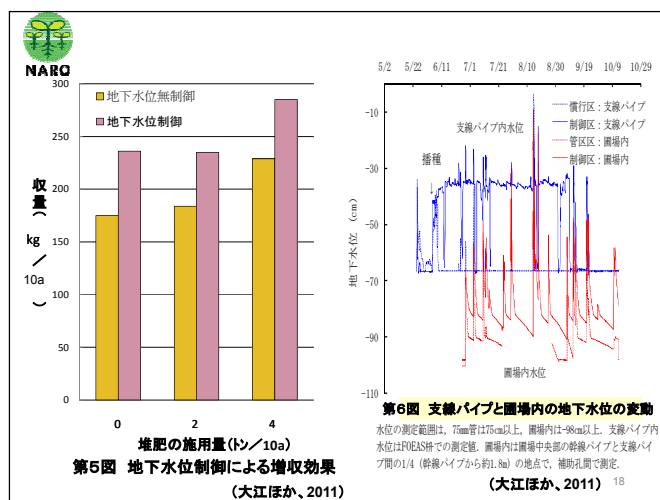
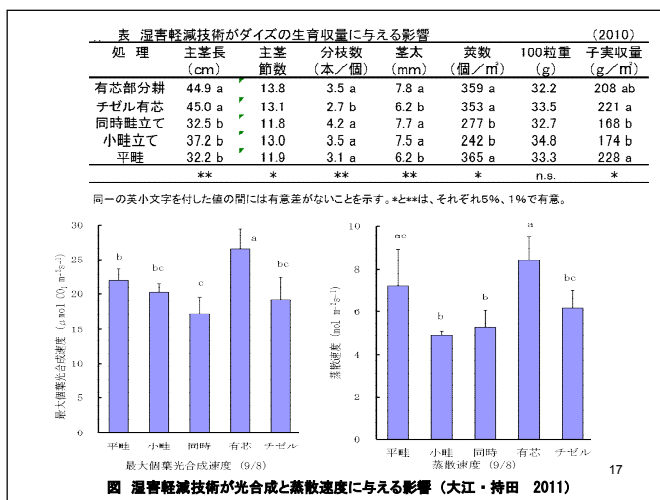
全国	東北	青森県	岩手県	宮城県	秋田県	山形県	福島県
162	128	142	103	161	102	120	106

一方で、乾燥害というものもあります。大豆 1g（乾物）を生産するのに 307～429g の水が必要ですが、これは水稻と同じくらいの量です。

降雨が少ない年に行った試験では、湿害軽減技術である同時畦立てや小畦立てであると、平畦と比較して、収量が明らかに少なくなる結果となりました。同様に光合成速度、蒸散速度も下がる結果となっています。

これは、畦立てをすると大豆の位置が高くなることが原因の一つであり、湿害は回避できるようになる一方で、乾燥に弱くなります。特に、開花期から開花 14 日後までの間に水があるかないかで収量が変わってくることが分かっており、この期間が乾燥状態である

場合には低収量となります。これに対し畝間灌漑や地下水位制御システム（FOEAS）などにより水を供給すると、確実に収量が増加します。



3) 東北地域における大豆の収量安定に向けて

地力に着目し、連年水田と復元水田、堆肥施用と無施用で、可給態窒素量を比較した試験を行いました。連年水田ではそれほど地力が変わらない一方で、畑転換し長期に大豆を連作すると地力は減少し、堆肥（2トン／10a）を連用しても、連年水田の無堆肥を下回る水準となりました。一方で、長期畑転換あと水田に復元し、堆肥を連年施用した場合、復田から3年後に連年水田の無堆肥の水準近くにまで回復しました。

堆肥2トン/10a連用下で、大豆2作での可給態窒素の減少量は、水稻3作の増加量とほぼ同等であるため、大豆2作に対し水稻3作の周期で田畑転換し堆肥を2トン/10aを施用すると、作土の可給態窒素量が維持されることが分かっています。

○立枯性病害

主に「紫斑病」「茎疫病」「黒根腐病」があり、この中でも最近では「黒根腐病」が広がっております。「黒根腐病」は、土壌環境などの条件により病害の進み方が異なることが分かっており、発病があっても病害の程度が小さいこともあるようです。対応策としては、クルーザーMAXX 種子塗抹処理等があります。

「紫斑病」
<対策>
 ●種子への感染につながる開花後2週間～6週間に、殺菌剤を1、2回散布。
 ●ベンズイミダゾール系殺菌剤に対する耐性菌の発生地域では、それ以外の殺菌剤を散布。




「茎疫病」
<対策>
 ●排水性を良好にし過湿を防ぐことが最も重要で、防除農業としては、オキサジキシル・銅水和剤など有効薬剤が登録されている。

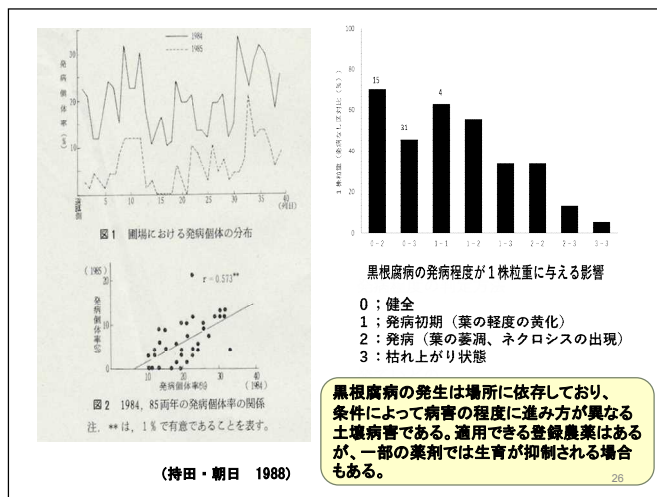
「黒根腐病」
<対策>
 選播きすると発病が減少、3年程度水田に戻し、湛水すると、菌の密度が低下。

黒根腐病の症状



黒根腐病の被害を受けた圃場

農作業便利帳(全国農業改良普及支援協会編)より抜粋。



○摘心

倒伏を防ぐための対策として摘心処理がありますが、効率的に作業できる摘心機が愛知県で開発され、東北地域でも秋田県や山形県などの一部で導入されています。しかしながら、東北地域で適した品種や有効な実施時期が明確になっていないため、これらを検討していく必要があります。

4) 東北地域における大豆の多収に向けて

水稻の収量ポテンシャルを1～1.3トン/10aとして、大豆の収量ポテンシャルを計算すると560～720kg/10aとなります。現状とポテンシャルには大きな差がありますが、これは雑草による生育抑制、病害、養分の供給不足により生じていることとなります。

養分供給による増収効果については、例えば600kg/10aの収量を得るためには42kgの窒素を吸収する必要がありますが、実際には26kgくらいの窒素固定しかできていないことが分かっています。増収のためには、どのような形で養分を供給するか検討していくことが重要となります。

収量ポテンシャルと今後の収量目標



炭水化物 88%、タンパク質 8%、脂質 3%

大豆の子実を作るためのエネルギーは澱粉、脂質、タンパク質によって異なる。糖要求量(GR: Glucose requirement, g g⁻¹)は、米は1.25、大豆は2.23となり、その場合ダイズの収量はコメの56%となる(Connor et al. (2011) Crop Ecology 2nd edition, p29, p300)



炭水化物 34%、タンパク質 42%、脂質 22%

太平洋側南部の場合

水稲収量の最高値は地域によって異なり、1～1.3トン/10a

水稲収量の最高値に56%を掛け合わせると大豆の収量は560～720kg/10a

水稲が日係として大豆は270kg/10a
現状は130kg

養分供給による増収効果

・堆肥施用、追肥、微量元素の施用などにより増収効果が認められる場合があり、持続的な多収を支えるための養分供給の必要量を明らかにする必要がある。

・田畑輪換などの土地利用方式により地力の維持が可能であり、既にわかっている水稲一大豆体系以外についてもその得失を明らかにする必要がある。

・大豆の子実の窒素含有率を7%とすると、600kg/10aの収量を得るためには、最低でも42kgの窒素を吸収する必要がある。窒素固定でまかなえない部分をどの程度、どのような形で養分供給に依存するのか戦略を立てることが重要である。

31

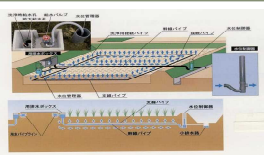
増収に有効な技術としては灌水や培土期追肥、尿素の葉面散布が有効であることが実証されています。

また、早播により生育期間を確保することで増収するのではないかと考え、2013年に播種時期と収量の関係を調べました。結果は、黒根腐病の罹病率が高まるものとなりました。早播の場合、生育期間の拡大が図れますが、一方で病気に罹病するリスクが高くなることも考慮する必要があります。

増収に有効とされてきた栽培管理技術の総合的な適用(灌水)



畦間灌漑の状況(2012年)



地下水位制御の状況(2013～2014年)

増収に有効とされてきた栽培管理技術の総合的な適用(追肥)

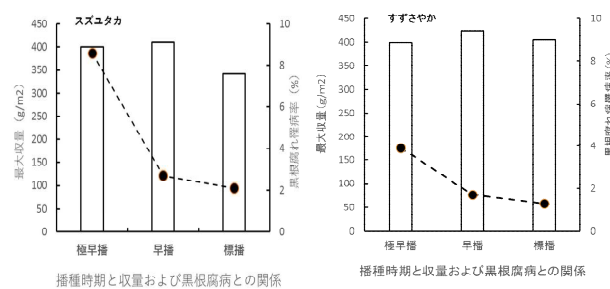
・培土期追肥

窒素6kg/10a(LP70)(荒垣ら 1991)、リン酸 10kg/10a(培土期)(持田 2012)

・尿素の葉面散布

窒素2kg/10a(開花2週間後から2週間おきに3回に分けて散布)(杉本 1994)

32



播種時期と収量および黒根腐病との関係

□ 最大収量 ● 黒根腐病罹病率

収量は15%水分換算。適栽植密度をDuncan(1958)がトウモロコシに適用した式によって求め、その際の収量を最大収量とした。

(耕種概要)

品種 スズユタカ、すずさやか(以上有限伸育型、中晩生)
栽種密度 疎植、標準、密植の3段階、2反復 (持田ほか 2013)
基肥 基肥 N-P₂O₅-K₂O=3-10-10kg/10a
極早播:5月上旬、早播:5月下旬、標準:6月上旬

34

培土期追肥、尿素の葉面散布の増収効果については、平成27年から29年の3年間、大仙市大豆栽培モデル事業において実証試験を行いました。両処理を実施した27年と、慣行栽培であった26年とを対比したところ、約2割増収となる結果となりました。一方で、慣行栽培でもともと収量が高かった場合は、追肥処理の効果が認められませんでした。

大仙市大豆栽培モデル事業とその連携に至った経緯

(背景)

東北地域の日本海側中南部では、1999年以降の10年間は単収が減少しており、その変動は大きくなっている。この間、暗渠、明渠の施工など排水対策が積極的に行われ、湿害回避のために300A技術の現地への導入が進むなど、苗立ちの安定化は一定程度進んだが、必ずしも収量向上には結びついていないのが現状である。

(中核機関)大仙市
(連携機関)
農研機構東北農業研究
センター
東北農政局
秋田県仙北地域振興局
JAあきたおぼこ

(連携の内容)

秋田県南部の水田地帯における大豆の低収要因とそれに対応した収量品質の向上技術を実証する。

35

追肥作業の状況



ブロードキャスターによる
培土期追肥

培土期にN 6kg/10aをLP70にて、P₂O₅10kg/10aを過リン酸石灰にてそれぞれ施用。



ブームスプレーヤーによる
尿素の葉面散布

尿素の葉面散布を開花2週間目以降3回に分けて、合計2.1Nkg/10aを施用。

36

■各ほ場毎の単収比較 (全刈り)				
	H27平均 単収	H26平均 単収	単位 (kg)	前年対比
中央地区：小貫集落営	初年目 329 3年目 274 6年目 301 平均 301	242		124.3%
西部地区：農事組合法人強音ファーム	2,3年目 234	201		116.4%
東部地区：農事組合法人77°17分太田	2年目 289	238		121.4%
東部地区：農事組合法人下黒土ファーム	初年目 210			
1・2等割合比較				
	H27 1・2等割合	H26 1・2等割合	単位 (%)	
中央地区：小貫集落営	78	73		106.8%
西部地区：農事組合法人強音ファーム	84	61		137.7%
東部地区：農事組合法人77°17分太田	0	0		0.0%
東部地区：農事組合法人下黒土ファーム	25			

H27単収、1・2等割合については、農家への聞き取り

増収と一部の地域では
品質の向上を達成

37

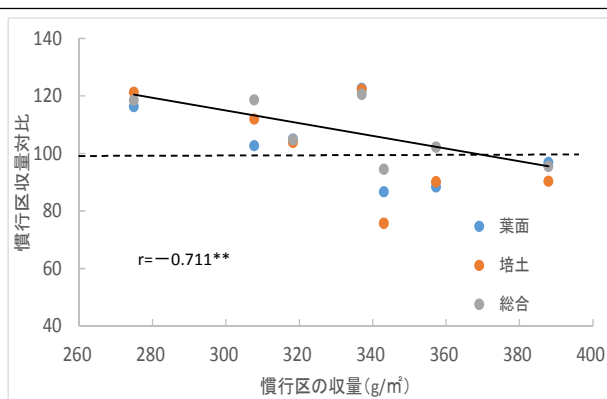


図 追肥処理の効果

慣行区の収量が360g/m2を超えると追肥処理の効果が認められなくなった。

38

〇まとめ

収量安定と多収化に向け、生産現場においては圃場の生産阻害要因（乾湿害、病害虫等）を踏まえた技術対策の導入が重要です。技術開発においては、窒素固定を阻害しない条件での養水分供給方法の検討、目標収量を達成するための大豆の草型、耐倒伏性の改良、適正生育量の確保が必要と考えます。