

## 孀恋村の夏秋どりキャベツ栽培に適応した緑肥作物の選定

岡村成章・鹿沼信行・齋藤祐一・三國和彦\*

### 要 旨

夏秋どりキャベツの持続的な安定生産のため、キャベツ後作の緑肥作物の選定について試験を行った。年内すき込みでは、アウエナストリゴサ（エンバク野生種）「ニューオーツ」の8月上旬から下旬播種、超極早生ライムギ「ライ太郎」及び「ダッシュ」の8月下旬から9月中旬播種が、収量性または地表面の被覆率に優れることから適する。越冬後のすき込みとしては、中晩生ライムギ「R-007」、「緑春」の9月中下旬の播種が収量性に優れることから適する。

### 結 言

孀恋村は全国有数のキャベツ生産地であり、夏秋どりキャベツの出荷量は日本一を誇る。しかし、近年は傾斜ほ場を中心に作土層の腐植含量が低下する傾向にあり、これはキャベツ収穫、耕耘後の裸地状態における多雨が、その一因として考えられている。また、傾斜が8度を超えるほ場は、土壌が流亡しやすく<sup>1)</sup>、表土の流亡が進むと、褐色ロームや軽石、砂（火山砂）などの下層土が表面に露出し、作土層の理化学性が低下する。そのため、土壌流亡対策が重要となる。

土壌流亡を抑制する対策の一つとして、緑肥作物の作付けが挙げられる。緑肥作物のカバークロップとしての効果で土壌流亡を抑制するとともに、長期的に緑肥作物をほ場にすき込み続けることで、土壌理化学性や生物相などの改善が期待できる<sup>2)</sup>。

孀恋村では土壌病害であるキャベツバーティシリウム萎凋病が1993年から顕著に増加し、1998年には発病面積が31haになるなど大きな問題となった<sup>3)</sup>。これに対して、発病を助長するキタネグサレセンチュウの密度を低減する効果を持つアウエナストリゴサが産地へ導入され、その作付けが拡大した。しかし、その後バーティシリウム萎凋病抵抗性をもったキャベツ品種が開発されたため、抵抗性品種を採用することによる対策が可能となった。

また、温暖化によりキャベツを二期作し秋まで作付けが行われているほ場が増えたが、孀恋村で普及している緑肥作物のアウエナストリゴサ「ニューオーツ」は、8月中旬が播種晩限とされており、9月以降の作付けに適する緑肥作物に関する知見が少ない。

これらのことから、アウエナストリゴサ等の緑肥作物の作付けは減少傾向となっている。

そこで、孀恋村のキャベツの多様な作型に対応できる緑肥作物を選定するため、播種期別に生育を調査した。

### 試験方法

試験は群馬県農業技術センター高冷地野菜研究センター内ほ場（孀恋村田代、標高1,170m）で行った。供試作物、品種、播種量および播種日は表1、2のとおりである。試験規模は、1区2×4mの無反復とし、種子を散播し、レーキで土壌混和後足踏みで鎮圧した。生育初期の茎葉による地表面の被覆率は、播種後5、10、15日に地上1mの高さから写真撮影し、画像処理ソフト（ImageJ）を用いて算出した。年内のすき込み量は11月下旬に、越冬後のすき込み量は4月下旬に40×40cmの区画を坪刈りし、新鮮重量から収量を算出し、播種した旬別に集計（複数年の調査値は平均値）した。また、すき込み後の緑肥作物の腐熟性を評価<sup>2)</sup>するために茎葉を105℃で乾熱処理した後に粉碎し、全自動元素分析装置（株式会社ジェイ・サイエンス・ラボJM3000CN）を用いて炭素および窒素を測定し、C/N比を求めた。

\*現 群馬県西部農業事務所

表1 供試作物(品種)及び播種量

作物	品種名	播種量 (kg/10a)
アウエナストリゴサ	「ニューオーツ」	10
超極早生ライムギ	「ライ太郎」、「ダッシュ」	10
中晩生ライムギ	「R-007」、「緑春」	10
ヘアリーベッチ	「まめ助」、「藤えもん」	5
クリムゾンクローバー	「くれない」	3

表2 年次別播種日

年	8月			9月			10月
	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬
2016	8月5日 <sup>注1)</sup>			9月7日			10月5日
2017	8月10日	8月20日	8月30日	9月10日	9月20日		
2018	8月10日	8月20日	8月30日	9月10日	9月20日	9月30日 <sup>注2)</sup>	

注1) 中晩生ライムギ「緑春」ヘアリーベッチ「まめ助」及び「藤えもん」クリムゾンクローバー「くれない」を除く。

注2) ヘアリーベッチ「まめ助」及び「藤えもん」クリムゾンクローバー「くれない」を除く。

## 結果

緑肥作物の年内すき込みに適する作物及び品種について、11月の収量で比較すると、播種時期別に収量が多かった品種は、8月上旬播種ではヘアリーベッチ「まめ助」、アウエナストリゴサ「ニューオーツ」、8月中旬播種ではアウエナストリゴサ「ニューオーツ」、超極早生ライムギ「ライ太郎」、8月下旬播種では超極早生ライムギ「ライ太郎」及び「ダッシュ」、アウエナストリゴサ「ニューオーツ」、9月上旬播種では超極早生ライムギ「ライ太郎」であった。9月中旬以降はいずれの品種も収量が2t/10aを下回った(図1)。

年内すき込み時の草丈は、超極早生ライムギ「ライ太郎」及び「ダッシュ」の8月上旬から下旬播種が他品種より大きく、栽培試験中に倒伏が顕著にみ

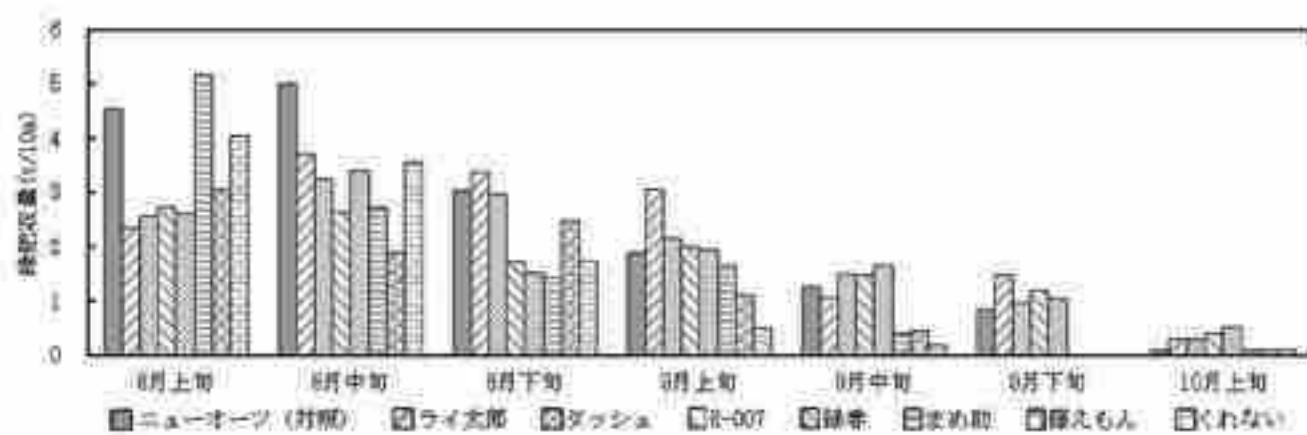


図1 緑肥作物の播種期が収量(11月下旬時点)に及ぼす影響(t/10a)

注) 数値は8月上旬9月上旬は2016~2018年の平均値 8月中旬下旬9月中旬は2017~2018年の平均値

表3 緑肥作物の播種期が草丈(11月下旬時点)に及ぼす影響(cm)

供試品種	播種時期						
	8月上旬	8月中旬	8月下旬	9月上旬	9月中旬	9月下旬	10月上旬
「ニューオーツ」	88	83	74	42	26	20	13
「ライ太郎」	133	139	114	75	36	35	17
「ダッシュ」	140	143	114	57	30	24	15
「R-007」	56	48	47	43	30	25	16
「緑春」	59	36	34	33	25	20	14
「まめ助」	79	68	56	32	25	(-)	11
「藤えもん」	98	96	64	33	15	(-)	10
「くれない」	37	22	13	7	4	(-)	6

注) 数値は2016~2018年の調査結果の平均値を表す 「(-)」はデータ無しを表す

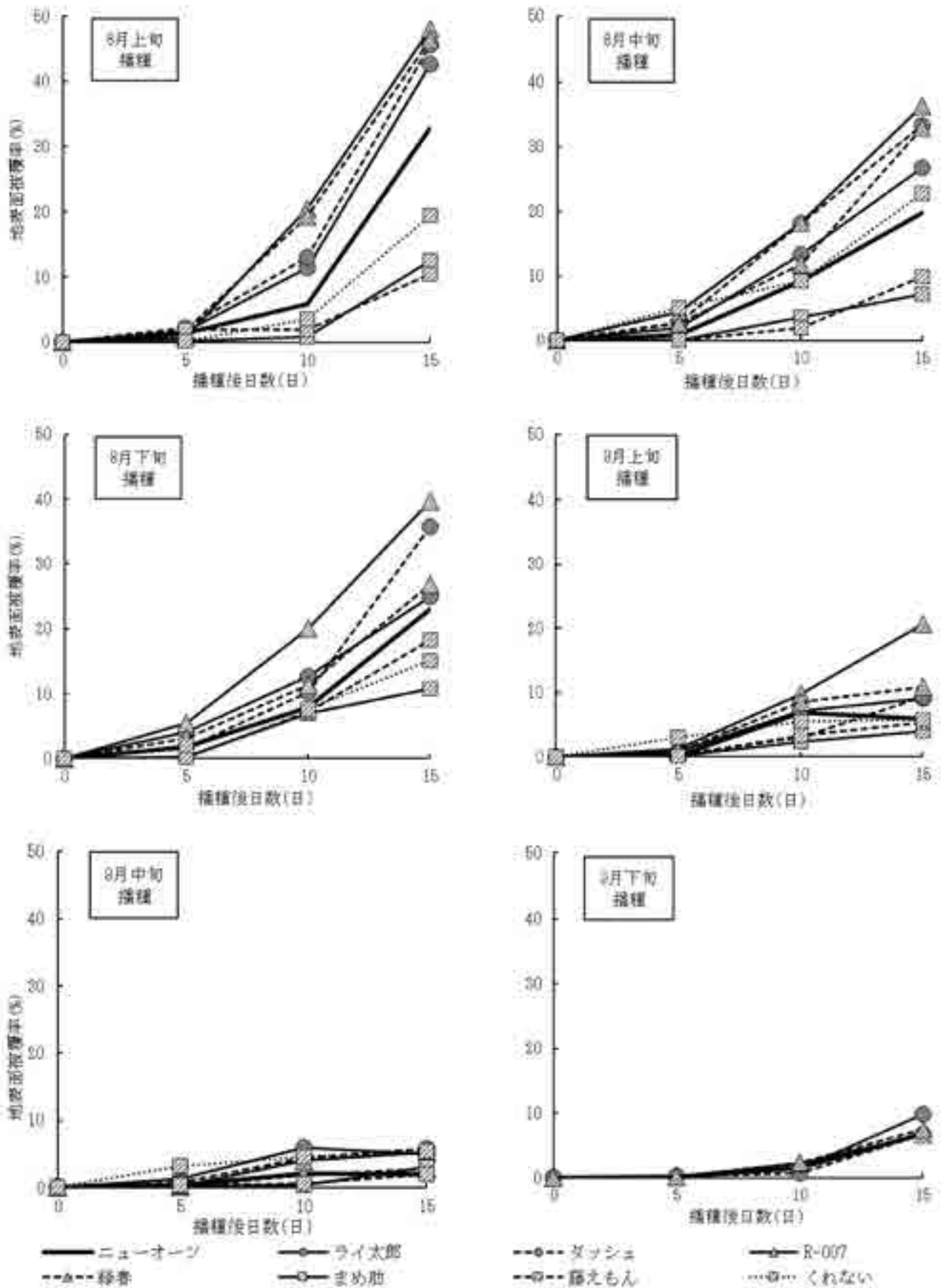


図2 播種期の違いによる地表面被覆率の推移 (2018年)

注) 地表を1m真上から写真撮影したものを画像処理ソフトを用いて地表面被覆率を算出した

られた(データ省略)。9月上旬以降の播種では、最も草丈が大きい9月上旬播種の超極早生ライムギ「ライ太郎」でも75cmであり、それ以外では60cm未満と小さかった。そのため、大きな倒伏はみられなかった(表3)。

地表面の被覆程度については、8月の各播種期で中晩生ライムギ「R-007」、「緑春」、超極早生ライムギ「ライ太郎」、「ダッシュ」が他の品種に比べて優れる傾向であった。9月以降の播種では、全試験区について被覆率が減少傾向となった(図2)。

越冬後のすき込みに適する作物及び品種について、越冬状況を見ると、アウエナストリゴサ「ニューオーツ」とヘアリーベッチ「まめ助」が全ての播種時期で枯死した。超極早生ライムギ「ライ太郎」は8月、9月播種では枯死したが、10月上旬播種では越冬しわずかに収量があった。超極早生ライムギ「ダッシュ」は8月上旬、中旬、下旬の各播種期では枯死したが、9月播種では越冬しわずかに収量があった。これに対し、中晩生ライムギ「R-007」及び「緑

春」は、8月中旬から9月下旬までの播種期で2~5t/10aの収量が得られ、また草丈も17~52cmであり倒伏はみられなかった。クリムソクローバー「くれない」は越冬時の枯死はなく、8月播種で1~2.5t/10aの収量があった。ヘアリーベッチ「藤えもん」は9月中旬播種で4t/10a以上の収量があった(図3、表4)。

栽培試験において越冬性が特に優れた中晩生ライムギについて越冬後のC/N比を測定したところ、「R-007」に比べ「緑春」がやや高い傾向にあったが、播種時期による違いは概ねみられなかった。また、両品種とも生育が進むにつれC/N比が上昇し、4月下旬ではC/N比が20程度であったが、5月下旬では30~55程度になった(図4)。

### 考 察

年内すき込みにおいて、収量の結果から有望な緑肥作物は、8月播種ではアウエナストリゴサ「ニュー

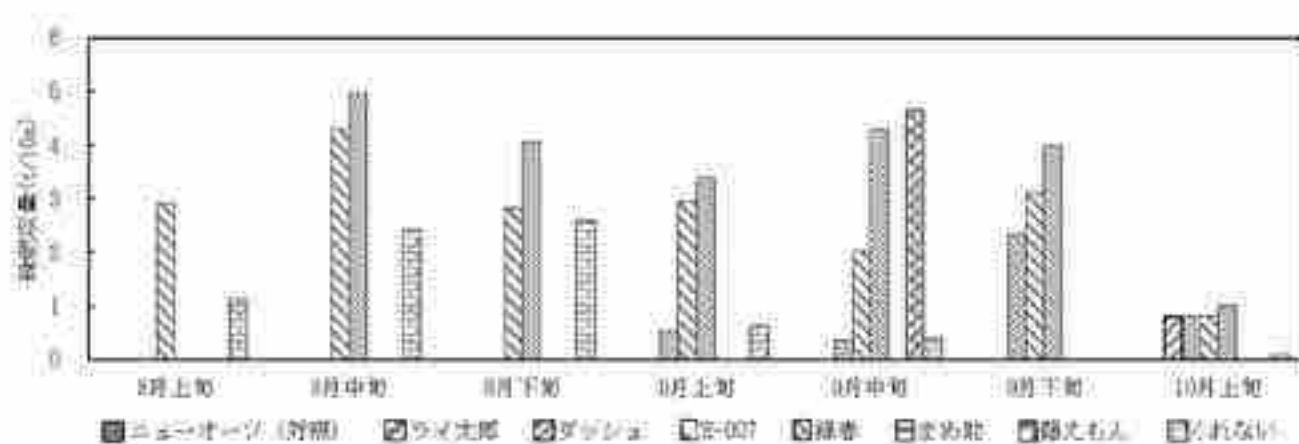


図3 緑肥作物の播種期が越冬後の収量(4月下旬時点)に及ぼす影響(t/10a)

注) 数値は8月上旬9月上旬は2016~2018年の平均値 8月中旬下旬9月中旬は2017~2018年の平均値

表4 緑肥作物の播種期が越冬後の草丈(4月下旬時点)に及ぼす影響(cm)

供試品種	播種時期							
	8月上旬	8月中旬	8月下旬	9月上旬	9月中旬	9月下旬	10月上旬	
「ニューオーツ」	-	-	-	-	-	-	-	
「ライ太郎」	-	-	-	-	-	-	16	
「ダッシュ」	-	-	-	39	41	48	16	
「R-007」	52	51	42	36	42	36	18	
「緑春」	(-)	37	38	34	41	46	17	
「まめ助」	-	-	-	-	-	(-)	-	
「藤えもん」	-	-	-	-	(-)	(-)	-	
「くれない」	20	12	14	7	7	(-)	2	

注) 数値は8月上旬9月上旬は2016~2018年の平均値 8月中旬下旬9月中旬は2017~2018年の平均値

「-」は枯死 「(-)」はデータ無し 9月中旬の「藤えもん」は一部が腐熟したため測定不能とした

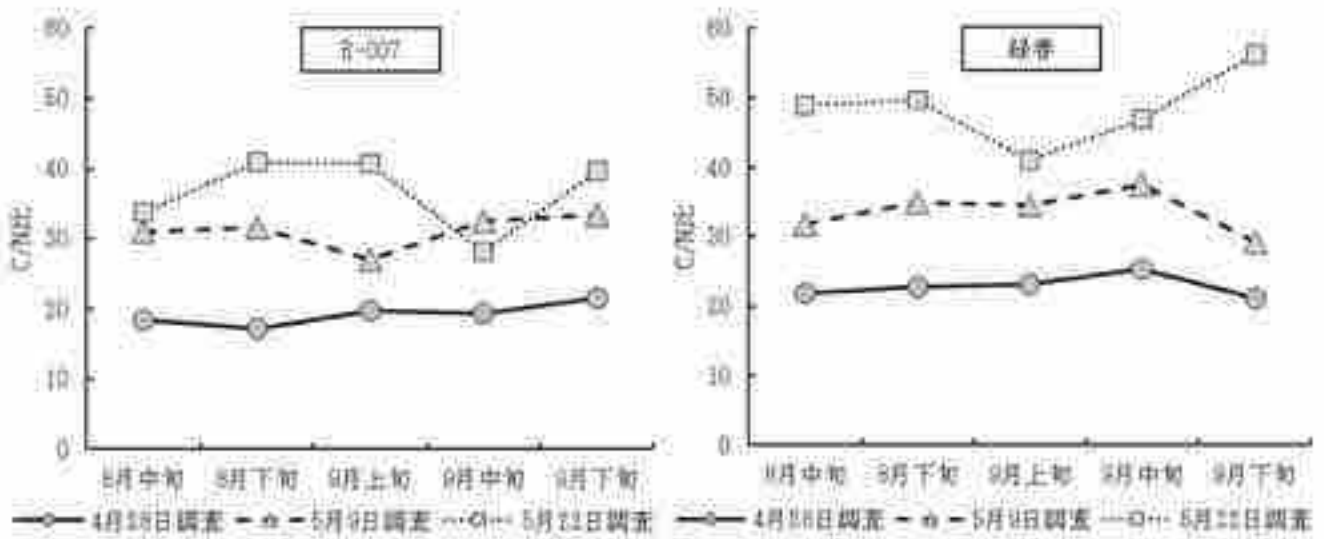


図4：中晩生ライムギの播種期別の地土部C/N比の推移（相き後）

注）数値は2019年の調査結果を表す。

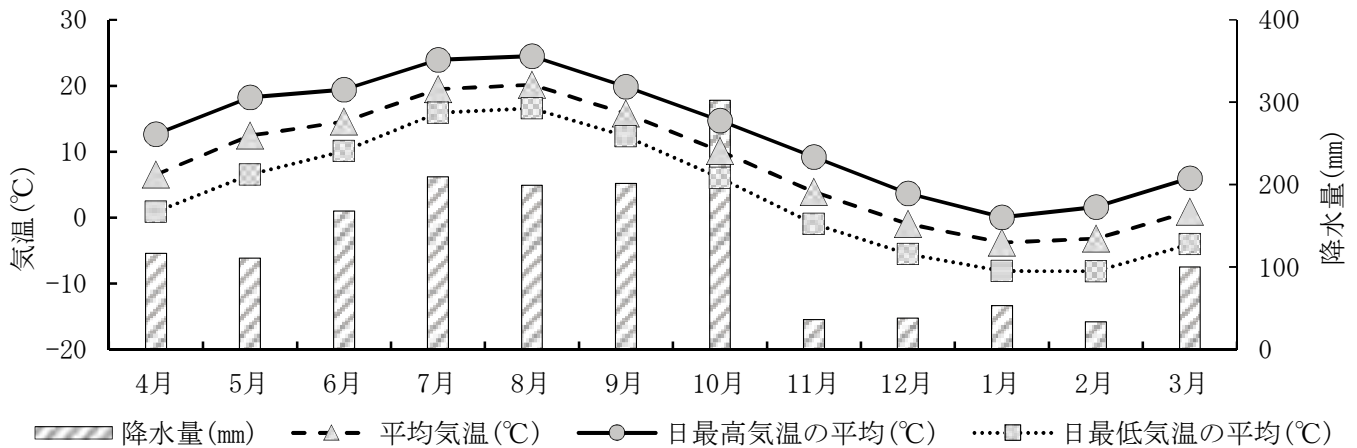


図5 試験期間中（2016～2019年度）の月別気温及び降水量（平均値）

注）アメダス（田代地点）の観測値を用いた

オーツ」、8月下旬から9月上旬播種では超極早生ライムギ「ライ太郎」、次点で「ダッシュ」であると考えられた。これらは生育量が大きいと、ほ場にすき込む有機物量が多くなる上、麦類緑肥は深根性で下層土の孔げきを増やし土壌の硬度、透水性に改善をもたらすことから<sup>4)</sup>、土壌理化学性の改善が期待できる。一方で、9月20日播種では全ての品種の収量が低下する。しかし、アウエナストリゴサと各ライムギ品種は、播種後15日間における地表面被覆率の推移がヘアリーベッチやクリムソクローバーより優れる傾向にあり、9月中旬までに播種することでカバークロップとしては有効と考えられる。

ここで、図5に孺恋村（田代）における試験期間中の気温及び降水量を示す。9月になると平均気温が20℃を下回り、10月には約10℃、11月には最低気

温が0℃に達する。この秋期以降の気温低下によって生育が緩慢になり、被覆率、越冬後の枯死にも影響を与えたと考えられる。一方で、孺恋村では台風などの集中豪雨は10月まで発生することが多い。そのため、アウエナストリゴサとライムギは9月播種においても、8月播種より地表面被覆効果が劣るものの、裸地の状態に比べて土壌流亡抑制に繋がると考えられる。

越冬後すき込みにおいては、8月中旬から9月下旬の播種で、中晩生ライムギ「R-007」及び「緑春」が生育量に優れ、有望な緑肥作物と考えられた。実際に緑肥作物をすき込む場合、C/N比が20付近である4月では窒素飢餓の心配は少なく、そのまますき込む事例もある<sup>5)</sup>。しかし、生育が進むにつれてC/N比が上昇し、5月以降ではC/N比が40以上となること

緑肥作物 「品種」	推奨播種時期						すき込み時期
	8月			9月			
	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	
アウエナストリゴサ 「ニューオーツ」							年内（11月など）
超極早生ライムギ 「ライ太郎」、「ダッシュ」							年内（11月など）
中晩生ライムギ 「R-007」、「緑春」							越冬後（4月以降）

図6 嬬恋村のキャベツ栽培に適応した緑肥作物の播種時期

もあり、窒素飢餓が懸念される<sup>2)</sup>。緑肥作物をプラウですき込み後、約1ヶ月程度の腐熟期間を設けてキャベツを定植することが望ましい。

生産現場では、4月の融雪後から順次ほ場準備や定植などの作業を始める生産者が多い。このため、融雪後の緑肥関連の作業や腐熟期間確保が不要である年内すき込みの作型を優先し、年内すき込みが不適切となる9月中下旬を境として越冬後すき込みの作型に切り替えることを提案したい。

緑肥作物の選択に当たって、キタネグサレセンチュウ密度が高い場合はパーティシリウム萎凋病の発病が助長されるため<sup>6)</sup>、対抗植物のアウエナストリゴサを作付けることで<sup>7)</sup>発病の抑制効果が期待できる。また、超極早生ライムギ「ダッシュ」には根こぶ病の病原菌密度を低減させる効果があると紹介されている（カネコ種苗株式会社）。ヘアリーベッチやクリムソクローバーはマメ科のため、窒素固定による窒素成分の土壌への供給が可能であり、必要に応じて利用を図りたい。

今回、播種時期・すき込み時期ごとに適した品種が明らかとなったが、さらにキャベツ生産に及ぼす病害抑制効果や環境負荷低減効果、各ほ場の傾斜、標高、作業性、気象変動などの条件を考慮して適宜品種を選択していくことが望ましい。

以上の結果からキャベツの持続的安定生産のためのキャベツ後作の緑肥作物の作付体系を図6のとおりまとめた。年内すき込みでは、アウエナストリゴサ「ニューオーツ」を8月上旬から下旬に播種、超極早生ライムギ「ライ太郎」及び「ダッシュ」を8月下旬から9月中旬に播種することで、キャベツ一期作のみ及び二期作を行った場合に比べ、有機物の補給と土壌被覆による土壌流亡抑制の対策になるこ

とも期待できる。一方で9月中旬以降の播種は土壌被覆による効果が弱まり、緑肥の収量が低減するため、収量を確保する目的で越冬後すき込みとすることが好ましく、緑肥作物として中晩生ライムギ「R-007」、「緑春」が望ましいと考えられた。

今後は、緑肥作物すき込み後の土壌の理化学性や腐植含量がキャベツの生育へ及ぼす影響について、検討していく必要がある。

## 引用文献

- 1) 群馬県農政部. 2001. グリーンベルト設置推進マニュアル. 群馬県農政部土地改良課. 3
- 2) 北海道農政部. 2004. 北海道緑肥作物等栽培利用指針. 社団法人北海道農業改良普及協会. 5-23
- 3) 白石俊昌ら. 2000. 群馬県におけるキャベツパーティシリウム萎凋病の発生実態. 関東東山病害虫研究会報. 47:53-54
- 4) 国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構. 2020. 緑肥利用マニュアルー土づくりと減肥を目指してー. 国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構中央農業研究センター. 15
- 5) 出澤文武. 2018. ライムギの鋤込みによるレタスの窒素減肥栽培. 農業と科学. 700:6-10
- 6) 酒井宏ら. 2015. キャベツパーティシリウム萎凋病の発病に及ぼすキタネグサレセンチュウの影響. 土と微生物. 69:100-104
- 7) 串田篤彦. 2015. エンバク野生種の栽培条件がキタネグサレセンチュウ密度低減効果に及ぼす影響. 北日本病虫研報. 66:121-124

(Key Words : Cabbage, Green Manure)

## Selection of Green Manure Crops Appropriate for Summer-Autumn Harvested Cabbage in Tsumagoi Village in Japan

Shigeaki OKAMURA, Nobuyuki KANUMA, Yuichi SAITO and Kazuhiko MIKUNI

### Summary

For the sustainable and stable production of summer-autumn harvested cabbage, we experimented to select green manure crops suitable as succeeding crops of cabbage. As succeeding crops to be plowed before the end of the year, a cultivar of wild oats (*Avena strigosa* Schreb.) “New Ohtsu” sown from early to late August and super-early maturity cultivars of rye, “Rai Taro” and “Dash”, sown from late August to mid-September were suitable due to their excellent yields or land surface coverage. Among those plowed after overwintering, an intermediate late maturity cultivar of rye, “R-007” and “Ryokushun”, were appropriate due to their excellent yields.