

世界のアスパラガス生産の現状と展望 [14]

14. 単収世界一を誇る国内暖地のアスパラガス生産と地球温暖化への対応

井上勝広¹⁾・元木 悟²⁾・尾崎行生³⁾・
園田高広⁴⁾・重松 武⁵⁾・渡辺慎一⁶⁾・
小川恭弘⁷⁾・甲村浩之⁸⁾・池内隆夫⁹⁾

〔キーワード〕: アスパラガス, 暖地, 半促成長期
どり, 温暖化, 単収, 長期どり栽
培

1. はじめに

アスパラガス栽培において, 地球温暖化により引き起こされる問題として, 長雨や気温上昇, 台風などの気象災害, 茎枯病や新規病害虫の発生, さらに低温遭遇不足による黄化の遅れや休眠覚醒の不足が考えられる.

今回は, 単収世界一を誇る国内暖地のアスパラガス生産と地球温暖化への対応について, ペルーやタイ, 中国などの熱帯や亜熱帯の生産の現状と対比しながら, 今後の国内産地の方向性を示したい.

2. 単収世界一を誇る国内暖地の長期どり栽培技術

世界各国のアスパラガスの単収と面積は表1のとおりである. 日本は10a当たり平均単収は500kgであるが, フィリピンや中国, タイ, ペルーでは1tを超える. これら国々はいずれも亜熱帯および熱帯の気候であり, 長期にわたってアスパラガスの収穫が可能な地域である.

しかしながら, 国内でも半促成長期どり栽培主体の地域では平均単収1tを超えている(表2). 特に九州の産地では単収が高くなっており, 10a当たり収量が5~6tを越える事例もある(元木ら2008).

表1 アスパラガス生産国の平均
単収(kg/10a)(2005, 2009)

生産国	2009年	2005年
フィリピン	1,390	490
中国	1,200	800
タイ	1,150	1,500
ペルー	950	1,410
イタリア	678	530
スペイン	650	450
ドイツ	620	600
オランダ	612	800
オーストラリア	610	500
日本	500	370
フランス	500	350
メキシコ	450	370
ニュージーランド	450	370
米国	366	365

Benson(2009)から作表.

1) 暖地の半促成長期どり栽培の単収が高い理由

(1) 収穫期間が長いため収量が多い

グリーンアスパラガス栽培の主な作型を図1に示す. それぞれの作型の最大の収穫期間は, 半促成長期どり栽培では1~10月の10か月間に及ぶのに対し, 半促成春どり栽培が2~5月の4か月間, 露地長期どり栽培が4~9月の6か月間, 露地2季どり栽培が4~5月と8~9月の4か月間, 露地普通栽培が4~6月の3か月間, 伏せこみ促成栽培が12~2月の3か月間と短い.

(2) 苗代が安価で収穫開始が早い

海外のアスパラガス産地にみられるような1年養成株(前田ら2011)ではなく, セル成型苗(播種後40~50日)を定植するため, 苗代が安価である. しかも, 暖地におけるアスパラガス栽培は, 温暖な

¹⁾ 長崎県農林技術開発センター (Katsuhiko Inoue)

²⁾ 明治大学農学部 (Satoru Motoki)

³⁾ 九州大学大学院農学研究院 (Yukio Ozaki)

⁴⁾ 酪農学園大学農食環境学群循環農学類 (Takahiro Sonoda)

⁵⁾ 長崎県島原振興局 (Takeshi Shigematsu)

⁶⁾ 農研機構九州沖縄農業研究センター (Shin-ichi Watanabe)

⁷⁾ 長崎県農林部 (Yasuhiro Ogawa)

⁸⁾ 県立広島大学生命環境学部 (Hiroyuki Kohmura)

⁹⁾ 香川県農業試験場 (Takao Ikeuchi)

表2 アスパラガス主要産地と平均単収, 中心作型 (2010)

地域	生産面積 (ha)	生産量		平均単収 (kg/10a)	中心作型
		(t)	(順位)		
佐賀	133	3,250	(3)	2,440	半促成長期どり栽培
福岡	55	1,190	(9)	2,160	半促成長期どり栽培
熊本	93	1,800	(6)	1,940	半促成長期どり栽培
長崎	144	2,710	(4)	1,880	半促成長期どり栽培
栃木	66	1,080	(10)	1,630	半促成長期どり栽培
愛媛	56	717	(14)	1,290	半促成長期どり栽培
茨城	35	441	(18)	1,260	半促成長期どり栽培
香川	87	966	(11)	1,110	半促成長期どり栽培
岡山	64	375	(19)	583	露地長期どり栽培
広島	135	770	(13)	570	露地長期どり栽培
島根	23	118	(20)	511	露地長期どり栽培
山形	333	1,380	(8)	414	露地普通栽培
福島	478	1,880	(5)	394	露地普通栽培
秋田	477	1,720	(7)	360	露地普通栽培
青森	190	678	(15)	357	露地普通栽培
宮城	30	88	(21)	297	露地普通栽培
北海道	1,880	5,550	(1)	295	露地普通栽培
新潟	291	832	(12)	286	露地普通栽培
群馬	166	465	(17)	280	伏せ込み促成栽培
長野	1,300	3,450	(2)	265	露地普通栽培
岩手	289	618	(16)	214	露地普通栽培
全国	6,490	31,400		484	

農林水産省「農林水産統計」から作表. 栽培面積20ha以上の都道府県.
()内数字は生産量の都道府県別順位.

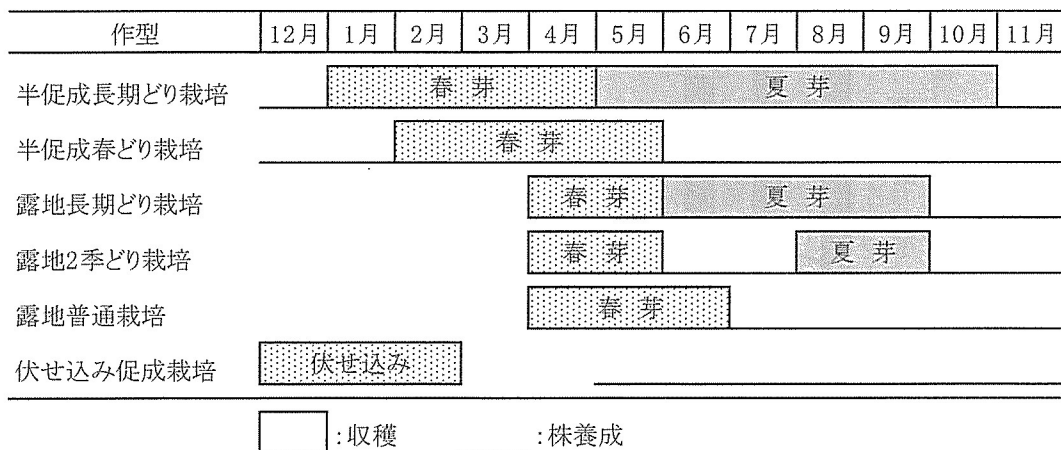


図1 グリーンアスパラガス栽培の主な作型

気候によって生長が長期にわたり旺盛になり, 栽培法によっては定植当年から収穫が可能である(池内1998).

(3) ビニル被覆の保温により収穫開始が早まる

パイプハウス内被覆方法と温度の変動(本多1977)を図2に示す. この図はイチゴ栽培ハウスの例であるが, アスパラガスにも応用可能と考える.

早朝6時の露地の気温(-6.6°C)に対する内部温度はビニル一重で+2.1°C, ビニル二重で+4.1°C, ビニル二重とコモで+10.7°Cも高くなる. 厳寒期の1月でもハウス内の温度を上げることにより, 春芽の萌芽と萌芽後の伸長が促進される(井上2011a).

また, 1~2月の厳寒期にアスパラガスを萌芽させるには, 地温の確保が必要である. 地下10cmの地

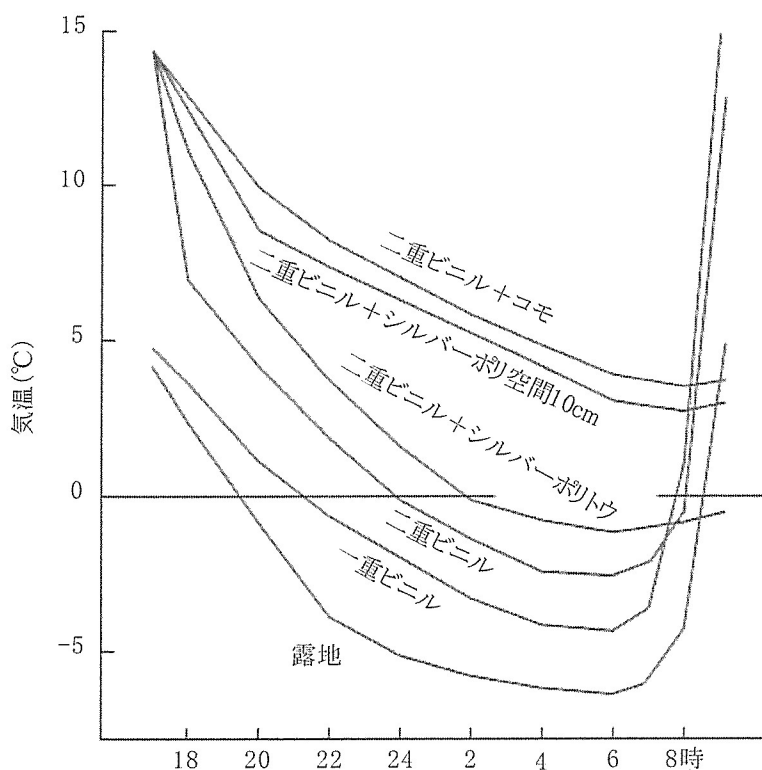


図2 パイプハウス内被覆方法と温度の変動 (本多 1977)

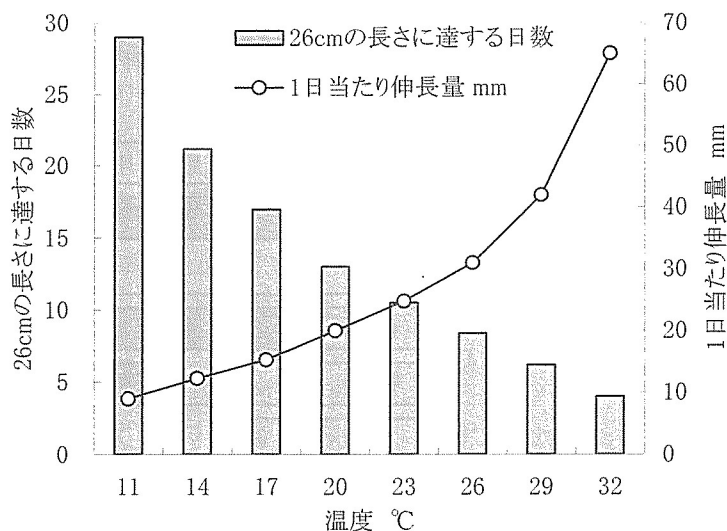


図3 気温とアスパラガス若茎の伸長速度 (元木ら 2008) UC-157. 1年生株

温を 20°C程度まで上昇させるには、ハウス内最高気温を 40°Cまで上げる必要がある。その場合、乾燥状態では若茎が高温障害を受けるので、灌水後に密閉して湿度 100%の状態にすることにより、高温障害の発生を抑制する必要がある。

(4) 30°Cまでは温度が高いほど若茎の伸長が速まる

気温とアスパラガス若茎の伸長速度の関係(元木

ら 2008) を図 3 に示す。若茎は気温 30°Cまで伸長速度が上昇し、収穫する長さである 26cm に達する日数も短くなる。また、若茎を切断(収穫)することにより萌芽を促し、収穫の回転も速まる。別の角度からの温度とアスパラガス若茎の特性を図 4 に示す(元木 2003, 重松 1998)。気温 30°Cを超えると高温障害の危険性が増加する。しかしながら、ハウス内を多湿状態にすれば高温障害を回避すること

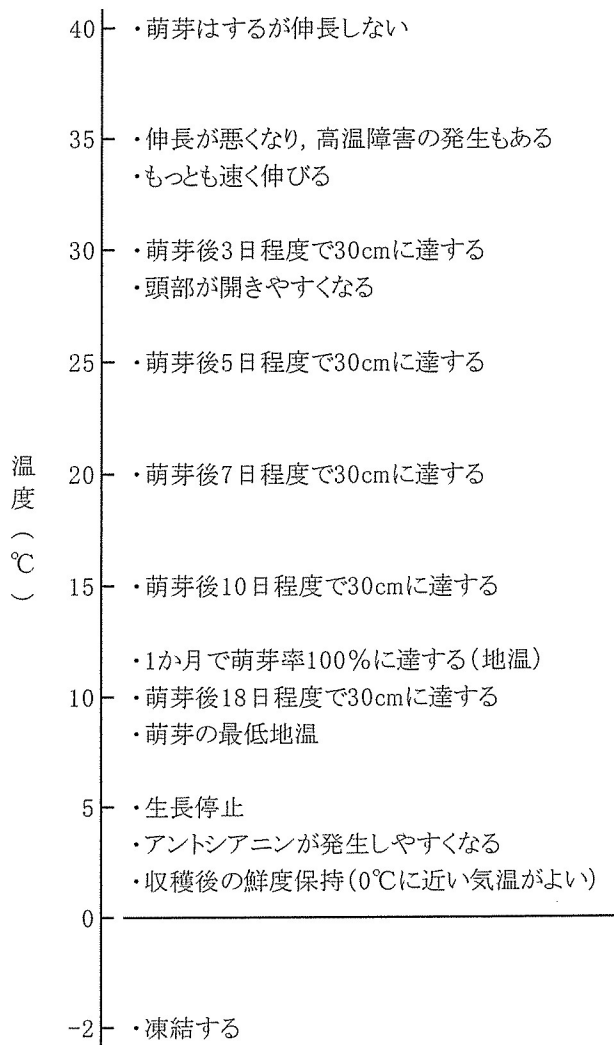


図4 温度とアスパラガス若茎の特性 (重松 1998)

ができ、同時に株全体の一斉萌芽が促される (井上 2011a)。そこで 1~2 月のビニル被覆と適度な灌水によりハウス内気温を 40°C まで上げる。このことにより株全体の春芽収穫期間も揃い、貯蔵根に蓄えられた養分の効率的な利用が図られ、春芽の最大収量が得られやすくなる。さらに、一斉立茎によりスムーズな夏芽収穫に移行できるため、夏芽の収量も最大限得られ、年間を通した単収向上につながる。

(5) 日射量が多い

アスパラガスの光補償点は 1.5~2.0klx であり、光飽和点は生育前~中期の株で 40~50klx、生育後期の株では 10~20klx である (稲垣ら 1989)。親茎 (茎葉) は一つの群落とみなすことができる。立茎栽培すると、アスパラガス群落の周縁部の茎葉では日光が十分当たるため、光合成量が最大になると考えられる。しかしながら、うねの上の茎葉内部には

日光が届きにくく、中心部は日中でも光補償点レベルになり、呼吸量が真の光合成量を上回ることもある。

また、若茎の着色にも日光が必要であるが、親茎が茂った状態では、日光が株元の若茎まで届きにくい。そのため、夏芽の着色不良が問題となる。その点でも日射量の多い暖地は有利となる。また、機能性成分であるルチン (ビタミン P) は日光がよく当たった緑色の濃いアスパラガスほど多く含まれる傾向にある (Kohmura ら 2008, Maeda ら 2010) (図 5)。

(6) ハウスにおける雨除けと親茎繁茂量の制御による病害抑制

アスパラガス茎枯病の発病度の推移を表 3 に、雨除け栽培における薬剤散布による茎枯病防除効果を図 6 に示す (小林・新須 1992)。薬剤の散布回数が多いほど茎枯病を抑制するが、それよりも露地栽培に対して雨除け栽培の方が効果は大きい。また、梅雨明け後に茎葉を更新すると露地栽培でも雨除け栽培でも茎枯病は減少する (表 4) (小林・新須 1992)。少なくとも立茎後に過繁茂にならないように管理し、ハウスの換気や親茎の摘心等の耕種的防除と薬害を起こさない化学的防除を行い、健全な茎葉を維持することが大事である。

(7) 親茎の黄化や株の休眠には適度な低温が必要である

各地の月別平均気温を図 7 に示す。アスパラガスの多収産地である暖地 (長崎) では、親茎の黄化や株の休眠を誘導するとされる 15°C 以下の適度な低温があるが、東南アジア (バンコク) や沖縄 (那覇) にはない。ちなみに、熱帯性気候であるタイのアスパラガス栽培では、低温による休眠がみられず、一年を通じて絶えず萌芽してくるため、長期にわたって株を維持するための特殊な栽培法が行われている (山口ら 2012)。

(8) 品種は「UC-157」が主流

暖地の主力品種は「UC-157」である。この品種は世界的に広く栽培されており、商品率が高く、収量も多い品種である (元木ら 2008)。また、「UC-157」の育成地であるカリフォルニア州の年平均気温は 17.3°C (ロサンゼルス) であり、長崎 (17.2°C) にも近い (図 7)。育成地の気候が栽培地に近いことも栽培上重要な要素であると考えられる。

(9) 施設野菜としての集約栽培が行われている

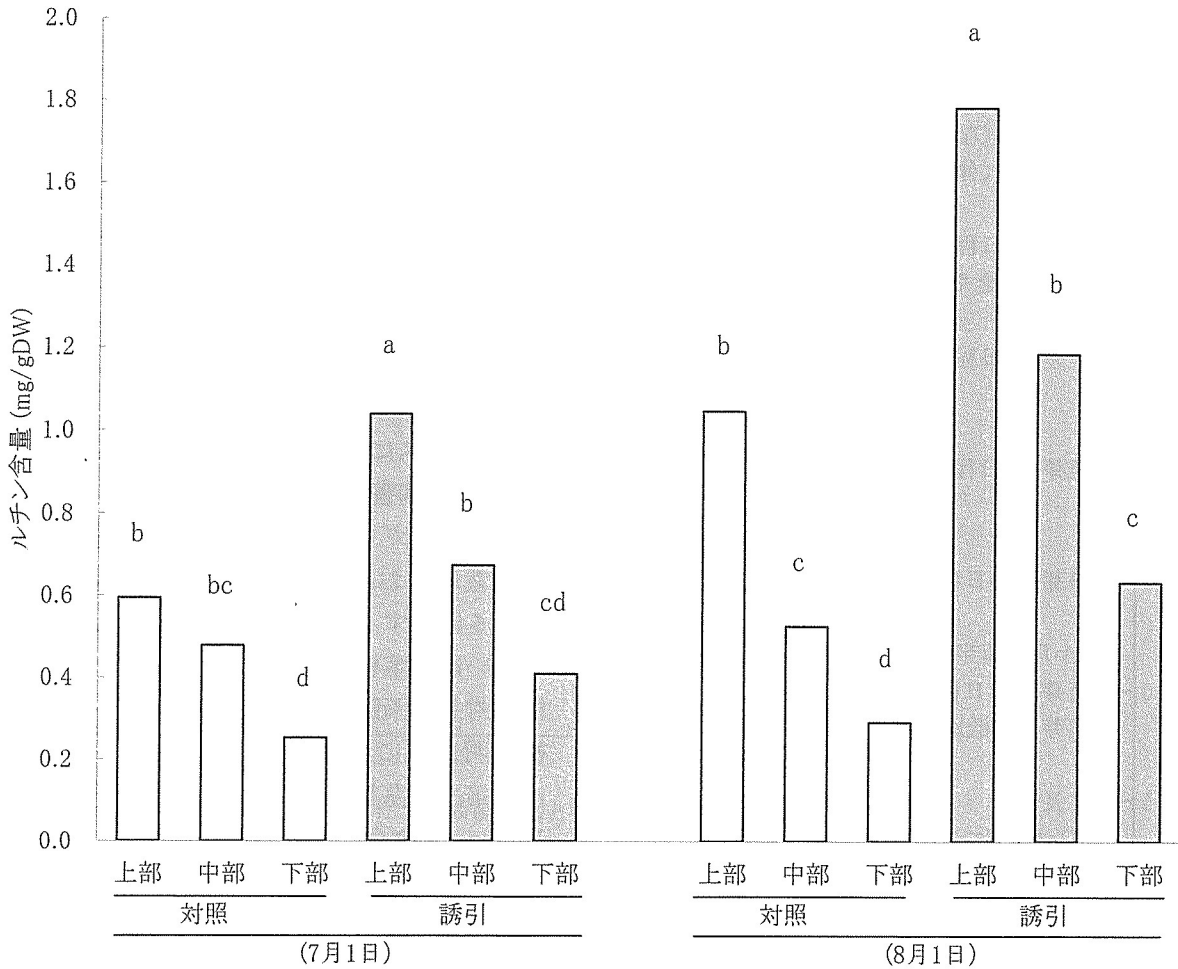


図5 アスパラガス半促成長期どり栽培の夏秋どりにおける地上茎の誘引と若茎のルチン含量 (Maeda ら 2010)
 同採取日において異なるアルファベット間には Tukey の多重検定 (5%水準) で有意差あり. 対照区は地上 50cm 以下の垂れ枝をすべて切除. 誘引区は茎葉を切除せずに, 通路に沿って垂直方向に張ったネット (幅 1m で目合い 10cm) で, 地上 50cm から 150cm までの親茎の両側を誘引.

表3 アスパラガス茎枯病の発病度の推移 (小林・新須 1992)

栽培	防除回数	茎枯病発病度		
		7月11日	7月25日	10月5日
露地	0	7.3 ± 0.4	12.6 ± 0.1	20.7 ± 3.1
	9	4.6 ± 1.4	7.2 ± 0.4	13.4 ± 0.5
	15	1.0 ± 0.0	3.3 ± 0.0	9.9 ± 1.4
雨除け	0	0.0 ± 0.0	0.2 ± 0.0	3.9 ± 2.5
	9	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	2.2 ± 1.0
	15	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	1.8 ± 1.0

平均値 ± 標準誤差.

寒地や本州寒冷地で多くみられる露地のアスパラガス栽培は面積が大きく, アスパラガスは土地利用型作物として扱われる. それに対し, 暖地のアスパラガス栽培は施設栽培がほとんどであり, イチゴやトマトなどと同様に集約的な栽培が行われてい

る. そこには多くの資材と手間, そして時間がかけている.

(10) アスパラガスは軽量かつ高単価で安定

東京中央市場データにおける国産アスパラガスの年平均 kg 単価は 2001 年が 907 円であったが, そ

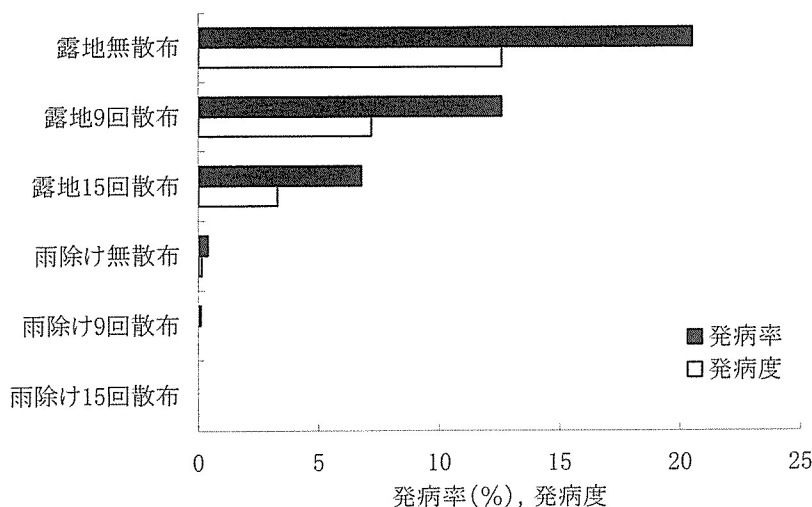


図6 アスパラガスの雨除け栽培における薬剤散布の茎枯病防除効果(小林・新須 1992) 1983年7月25日調査.

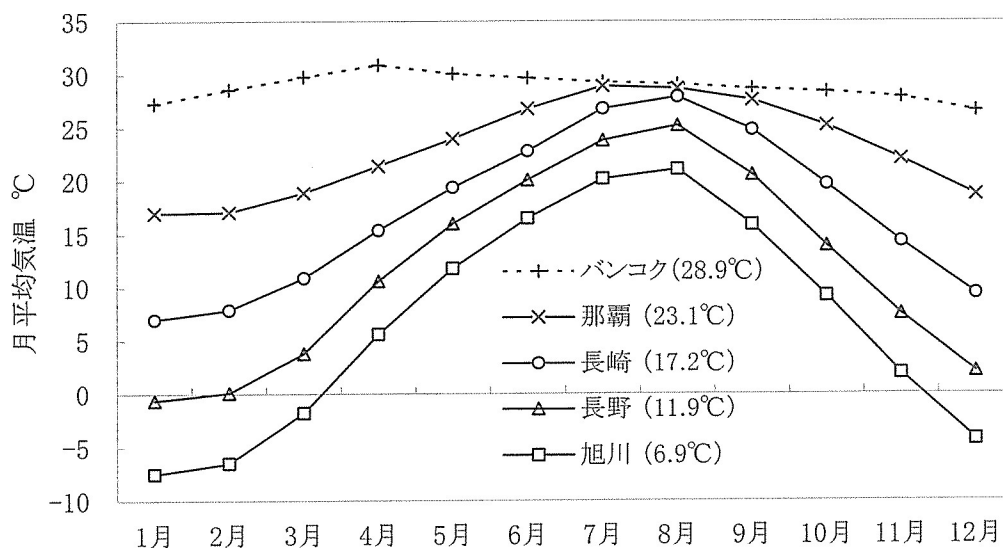


図7 各地の月別平均気温(1981~2010) 国内は文部科学省国立天文台理科年表から、バンコクは世界の雨温図から作成。()内数字は年平均気温.

表4 茎葉更新の有無と茎枯病発病度 (小林・新須 1992)

栽培	茎葉更新	7月25日	10月5日	指数
露地	無し	7.5 ± 2.2	17.0 ± 3.3	100
	有り	7.9 ± 2.2	12.2 ± 2.0	72
雨除け	無し	0.1 ± 0.0	4.7 ± 1.1	28
	有り	0.0 ± 0.0	0.5 ± 0.1	3

平均値±標準誤差(n=3).

茎葉更新処理は7月25日に茎葉刈り捨て.

指数は露地栽培で茎葉更新しなかった場合を100とする.

の後、横ばいから微増傾向にあり、2011年は1,064円であった(図8)。1988年からの通算平均kg単価は国産品が1,021円、輸入品が555円であり、アスパラガスは今後も、高単価な軽量野菜として流通していくものと考えられる。

(11) 最近では壊滅的な台風被害がない

アスパラガスのハウス栽培で最も怖いのは台風である。過去には壊滅的な被害を及ぼした台風もあったが、九州では2006(平成18)年9月17日の台風13号を最後に、近年は直撃を受けていない。

(12) 自治体による有利な補助融資制度がある

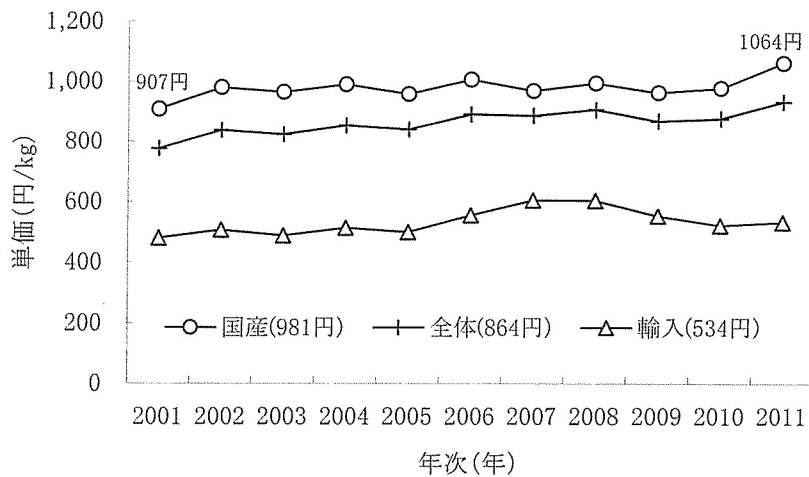


図8 アスパラガスの年別単価 (2001-2011)
 輸入は財務省「貿易統計」、全体と国産は「東京中央市場データ」から作図。
 () 内数字は全期間の平均単価。

長崎県や佐賀県などではアスパラガスは県の重要推進品目の一つである。そのため、国や県、市町村の補助融資制度が比較的手厚く、生産者はアスパラガス栽培に取り組みやすい。生産者やJAはその制度を活用してハウスの設置や苗の新植および改植を行ったり、栽培に必要な資材を購入したりすることができる。

(13) 各産地ごとに共同選別および出荷場が設置されている

暖地では、アスパラガスの産地がまとまっているため、各産地に共同選別および出荷場が設置されている。これらは前述の補助融資制度を利用して設けられ、生産振興が図られている。生産者は圃場で若茎を26cm以上で収穫後、各家庭に持ち帰り、新聞紙等で1kg程度に束ね、通いコンテナに入れる。そして軽く予冷をして共同選別場へ運ぶ。生産者は出荷用に長さを揃えたり、規格別に分けたり、100g束にしないで済む分、アスパラガス圃場の管理などに時間と手間をかけることができ、栽培面積の規模拡大もしやすくなる。アスパラガス生産部会としても規格および品質の一定化とスピード化が図られ、市場からのクレームにも対応しやすくなる。

2) アスパラガスの経営安定技術

アスパラガスの経営安定対策としては、

- (1) 単収の向上
- (2) 価格向上対策
- (3) 経営規模の拡大(省力化)

(4) コストの低減
 などが想定される。

(1) 単収の向上

①保温性の改善

春芽の萌芽促進や一斉萌芽、単収向上に地温確保は欠かせない。具体策としてはハウスの大型化(写真1)、連棟(写真2)、二重カーテン(写真3)、内トンネル被覆(写真4)などがある。

②夏期のハウス内気温の昇温抑制(井上 2010c)

暖地においてアスパラガスのハウス長期どり栽培を行う場合、夏期の高温は親茎の葉焼けや生長点枯死、葉害、斑点病などの病害発生による生育の悪化、若茎の開きや曲がり、裂開などの発生による収量および品質の著しい低下、さらには作業環境の悪化などを引き起こすため、昇温抑制対策が不可欠である(写真5, 図9, 表5, 6)。

③病害虫の防除を徹底し、秋口に健全葉を残す(小川 2008)

暖地のアスパラガスは1~10月まで収穫するため、病虫害を受け易い。また、被害の影響も長引くため、致命傷となり易い。翌年度の単収向上のためにも徹底的な病虫害防除は欠かせない。

④失敗しない改植(元木ら 2008)

前作の低単収の原因をはっきりと見極め、その対策を確実に行うことが大切である。

⑤多収品種の検索(元木ら 2008)

世界的に広く栽培されている「UC-157」も、2013

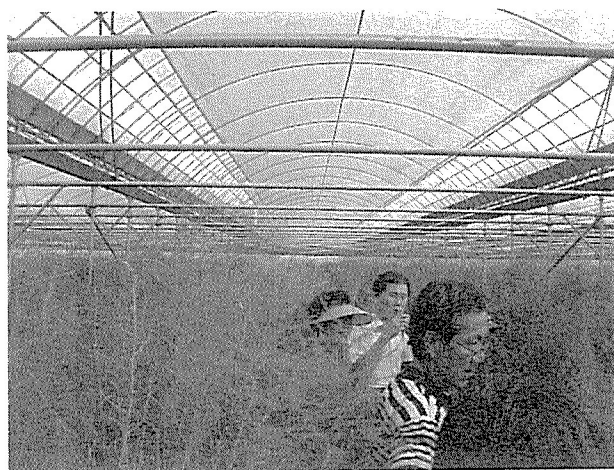


写真1 アスパラガスの大規模ハウス（元木撮影）
大韓民国全羅南道和順郡春陽面



写真2 アスパラガスの連棟ハウス（元木撮影）
熊本県山鹿市. 連棟ハウスではハウス内気温および地温が安定する. 画像は盛夏期の撮影であり, 遮光資材の利用もみられる.

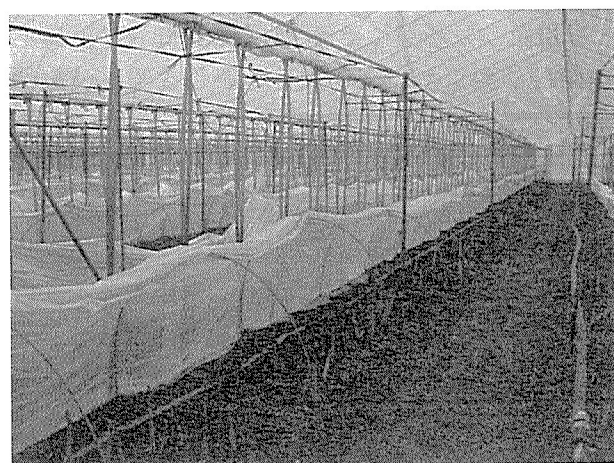


写真3 アスパラガスの二重カーテン（元木撮影）
長野県埴科郡坂城町. 地温確保のため, 連棟ハウスで二重カーテンと小トンネルが行われる.



写真4 アスパラガスの内トンネル（元木撮影）
長野県伊那市. 寒冷地のハウス半促成栽培でも春芽の萌芽促進に内トンネルが行われる.

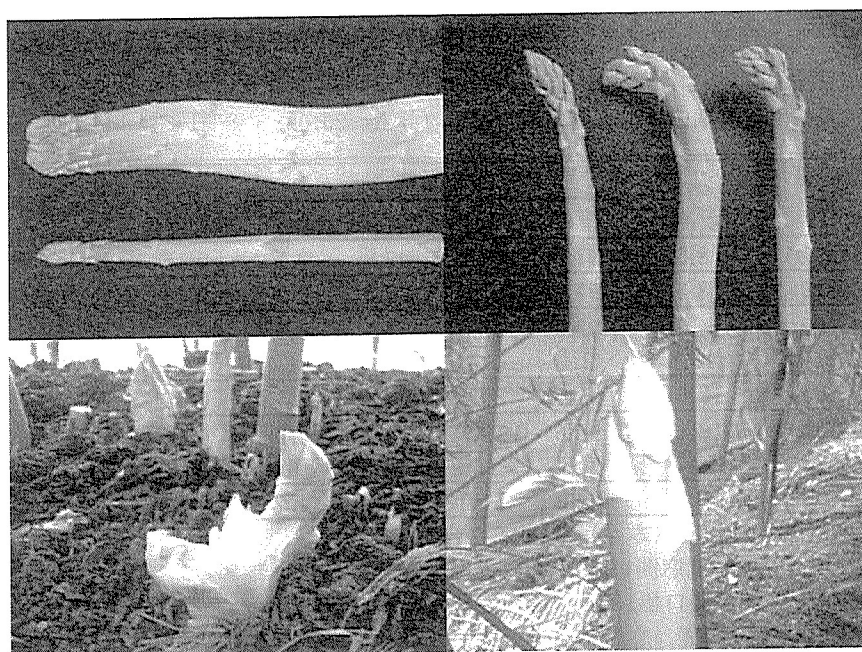


写真5 アスパラガス若茎の高温障害（井上撮影）
左上：正常茎（下）と帯化茎（上）
右上：開き, 曲がり茎
左下：裂開（はじけ）茎
右下：りん片異常茎

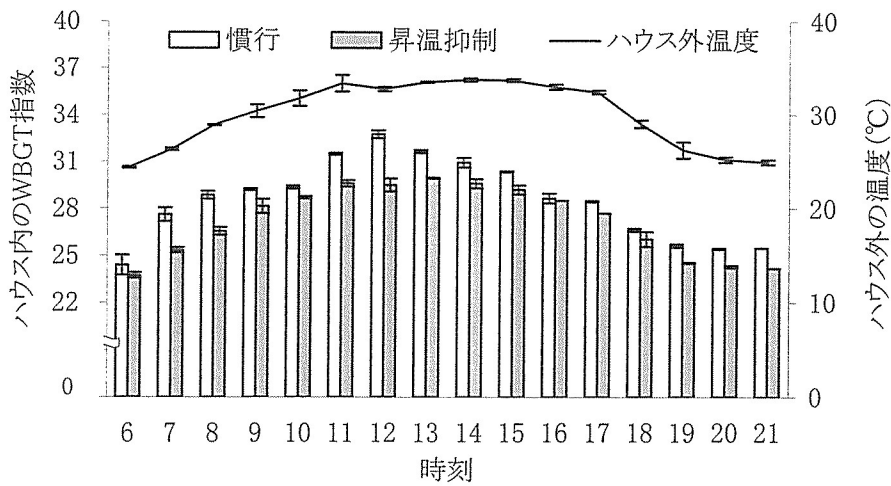


図9 夏場日中におけるハウス外温度とハウス内 WBGT 指数 (井上 2010b)
 2007年8月上旬調査. 縦棒は標準誤差 (n=2).
 WBGT 指数 21~25: 注意, 25~28: 警戒, 28~31: 嚴重警戒, 31以上: 運動中止

表5 換気処理の昇温抑制効果 (井上 2010b)

高さ	換気処理法	10~16時における昇温抑制効果(°C)		
		最高気温	最低気温	平均気温
200cm	側窓拡大	-4.3 ± 0.8	-1.9 ± 0.2	-3.3 ± 0.2
	屋根開口	-6.0 ± 0.5	-2.1 ± 0.1	-3.9 ± 0.2
	側窓拡大+屋根開口	-6.8 ± 0.6	-3.1 ± 0.5	-4.4 ± 0.4
100cm	側窓拡大	-2.9 ± 0.3	-0.6 ± 0.2	-2.3 ± 0.1
	屋根開口	-3.0 ± 0.2	-1.0 ± 0.2	-2.5 ± 0.2
	側窓拡大+屋根開口	-3.4 ± 0.3	-1.5 ± 0.3	-2.7 ± 0.2
10cm	側窓拡大	-1.7 ± 0.3	-0.2 ± 0.1	-0.8 ± 0.2
	屋根開口	-1.5 ± 0.3	-0.2 ± 0.2	-0.6 ± 0.4
	側窓拡大+屋根開口	-3.3 ± 0.3	-0.4 ± 0.2	-1.8 ± 0.2

- 1) 「高さ」はハウス内の中央部における地面からの高さ, 2006年8月調査.
- 2) 「側窓拡大」処理は側窓開口幅100 cm (慣行) に対し, 150 cmに拡大.
- 3) 「屋根開口」処理は屋根を100 cm開口 (慣行は開口なし).
- 4) 表中の数値は慣行区との各気温差 (=各処理区-慣行区) の平均値 ± 標準誤差 (n=3).

表6 アスパラガスの夏芽収量に及ぼす盛夏期の昇温抑制処理の影響 (井上 2010b)

収穫期間	昇温抑制処理	総収量 (kg/10a)	平均1本重 (g/本)	重量%				裂開 本数%
				商品	L級	M+S級	外品	
5~7月	有	1,291	18.5	97.5	68.1	29.8	2.1	0.15
	無	1,318	18.5	97.7	67.6	30.2	2.2	0.15
8~10月	有	1,499 (334)	14.0 (1.4)	93.9 (2.4)	36.8 (7.4)	57.1 (-6.0)	6.1 (-1.4)	0.22 (-0.38)
	無	1,165	12.6	91.5	29.4	63.1	7.5	0.60
全体	有	2,790 (307)	16.1 (0.8)	95.6 (0.8)	52.7 (1.7)	43.2 (-1.3)	4.1 (-0.4)	0.17 (-0.23)
	無	2,483	15.3	94.8	51.0	44.5	4.5	0.41

- 1) 各数値は2006年と2007年の平均値, %は総収量 (本数) に対する割合.
- 2) 昇温抑制処理の「有」は屋根開口幅100cm+側窓開口幅150cm (昇温抑制区).
- 3) 昇温抑制処理の「無」は屋根開口なし+側窓開口幅100cm (慣行区).
- 4) 表中の括弧内数値は昇温抑制区と慣行区との差.

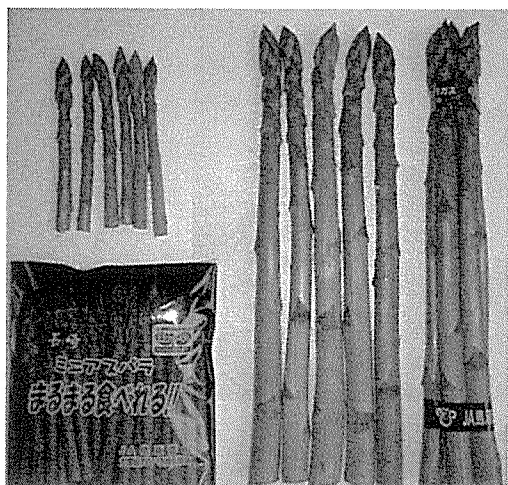


写真6 ミニアスパラ（左）とレギュラー品（右）（井上撮影）



写真7 1本50gを超える長崎県産の「王様アスパラ」（井上撮影）

年現在で育成から既に35年が経過しており、この品種を上回る品種の育成や選抜は重要な課題である。

⑥早期雌雄判別法の開発とその利用

「UC-157」は雄株と雌株があり、それらの特性は異なる（池内 1999）。筆者らは、現在の栽培技術は基本的に雄株に合わせたものであり、雌株の特性を活かしたものではないと考える。太ものの単価が高くなった今日、雌株の有効利用もあってよいのではないだろうか？ すなわち、雄株は慣行栽培で、雌株は密植栽培で利用するというような方法が考えられる。

(2) 価格向上対策

①春芽の方が夏芽より単価が高いことから、時期別の収穫比率を夏秋どりから春どりにシフトする。輸入アスパラガスが年間を通して単価の変動が小さいのに対して、国産アスパラガスは単価の変動が大きく、春が高く、8月が最低となる。なお、3月よりも4月の単価が高い。

②マーケティングの改善による単価向上と付加価値の追求

ア. 新商材として「ミニアスパラ」（写真6）の取り組み（井上 2010a）

イ. 「太ものアスパラガス」（写真7）の別売り販売（井上 2010a）や「カラーバリエーション」（緑、白、紫、ピンクなど）（写真8）の提案（元木ら 2008）

ウ. 健康成分のPRによる消費拡大（Maedaら 2010, 元木ら 2008）。アスパラギン酸、ルチン（ポリ

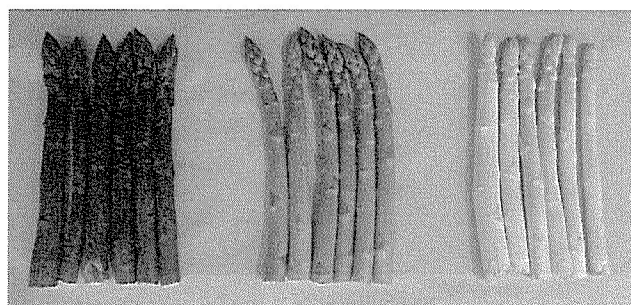


写真8 アスパラガスのカラーバリエーション（元木撮影）

左からムラサキ、グリーン、ホワイトの各アスパラガス。ほかにムラサキアスパラガスを遮光して育て、少しだけ太陽光を当てたピンクアスパラガスも最近流通している。

フェノール）、プロトディオシン（サポニン）、グルタチオン（ペプチド）、ダイエタリーファイバーなど

エ. 産直活動の展開

オ. 加工食品の開発（写真9）（元木ら 2008）

カ. 未利用部分の活用（擬葉、若茎の切り下部分）（写真10）（Motokiら 2012）

(3) 経営規模の拡大

①施肥の省力化…基肥一発施肥

②防除の省力化…物理的および耕種的防除による安全性の高いアスパラガスの生産（表7, 図10）

③夏期昇温抑制技術…労働環境の快適化

④品種や保温時期などによる作型の分散

⑤労働力ヘルパー制度（雇用）の導入

⑥高齢者対策（省力化）

(4) コストの低減

①施肥の改善や病害虫防除回数の減少は、省力化と



写真9 アスパラガス加工品の事例 (井上撮影)
左: アスパラの力 (日本健康食品研究所)
右: 長崎アスパラのジュース (全農ながさき)



写真10 擬葉および若茎の切り下部分の活用 (元木撮影)
左は33年株の茎葉刈り取り時の擬葉の様子 (長野市)。中はホワイトアスパラガスの若茎の切り下部分 (北海道喜茂別市)。右はアスパラガスの特産品 (北海道名寄市)。お菓子や大福には、グリーンアスパラガスの切り下を粉末にした「アスパラガスパウダー」が含まれている。

表7 立茎期間中のネギアザミウマ成虫および幼虫のハウス内密度 (井上ら 2008b)

フィルム	調査日	12か所の払い落とし総数 ^z		密度指数 ^y	
		成虫	幼虫	成虫	幼虫
慣行フィルム展張	5月11日	11 ± 1.4	7 ± 0.7	100	100
	5月16日	16 ± 1.9	33 ± 6.1	100	100
	5月20日	29 ± 4.0	92 ± 19.6	100	100
近紫外線除去フィルム展張	5月11日	3 ± 0.3	6 ± 0.9	28	79
	5月16日	7 ± 0.9	26 ± 5.4	46	79
	5月20日	11 ± 1.4	58 ± 10.4	39	63

^z 平均値±標準誤差 (n=2).

^y 慣行区に対する割合として算出.

合わせてコスト低減の効果も期待できる。

- ② 出荷容器や出荷形態の改善については、流通コストの低減とともに、前述のマーケティングともリンクする。
- ③ 選果コスト削減のためのバラ詰め出荷、機能性フィルムの利用などについても研究および検討が必要である。ただし、店舗ではアスパラガスの切り口を中心にひからびないように、丁寧に切り

口を水につけて販売している。バラ詰め販売の場合、国産アスパラガスの評価そのものを落とさないようにすることが大切と考える。

アスパラガス栽培においては、以上のようなことを念頭においた総合的な組み立てが必要であり、試験研究から技術の普及そして出荷・販売に至る諸関係機関の役割分担と連携により10年先を見通した

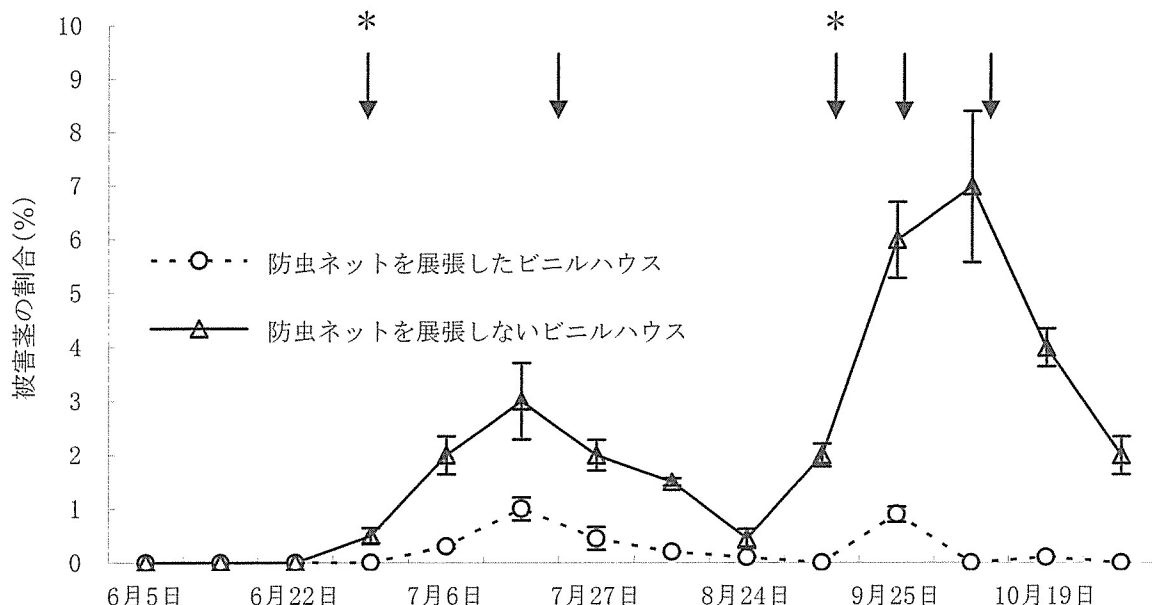


図 10 4mm 目合い防虫ネットの有無とヨトウムシ類による被害茎の割合 (2004)
 縦棒は標準誤差 (n=2). 矢印は防虫ネットなし区の農薬散布で, 防虫ネット展張区は*印のみ散布
 (左から 7月 13日, 8月 13日, 9月 25日, 10月 5日, 10月 19日)

生産振興策が求められる。

3. アスパラガス生産における 地球温暖化への対応策

1) 温暖化に対応した立茎および整枝技術

アスパラガスの露地栽培で茎葉管理の指標とされている GI (Growth Index, 生育指標) (元木 2003) がハウス栽培では現実的な指標として活用されていない。長期どり栽培において、倒伏防止と通気性の確保、そして単収の向上を目的とした親茎の摘心 (先刈り) を行っているからである (井上ら 2008a, 2008c)。そもそもアスパラガスの擬葉 (茎の一部) は針状であるため、真の最適葉面積指数は数値化できない。北海道の露地栽培でも 150cm (31 枝) 以上の茎葉は光合成器官としての役割が少ないと報告されている (皆川 2007) が、夏芽収穫期間中は 150cm 以上の茎葉で生産された同化産物は茎葉自体の呼吸と地下部に転流するまでのロスでほとんど消えるのではないかと考える。ただし、翌年の春芽の収量については、摘心位置がある程度までは高い方が多収となる傾向にある (図 11) (井上ら 2008a)。実際のハウス立茎栽培では、GI ではなく、親茎の太さや本数、摘心位置などを指標としている (井上 2010c, 井上ら 2007)。

さらに、各生育ステージにおける貯蔵根の糖含量

の基準値も新たな指標として報告されている (Wilson ら 2008)。

今後はアスパラガスの生育と収量の関係を解析するために、新たな生長解析法を確立する必要があると思われる。これによって単に収量だけでなく、若茎の着色や栽培のしやすさを考慮した栽培技術の改良 (うね幅や栽植密度, 草型など) や光合成関係の研究の進展が期待される。

温暖化に直接関わるハウス内気温の昇温対策および台風対策は避けられない課題である。昇温対策としては、効果的なハウスの換気技術や遮光技術 (井上ら 2010b)、あるいは親茎の整枝技術 (井上ら 2010c) が挙げられる。台風対策としては、防風ネットの設置や支柱, 誘引ネットの強化 (高さ 50cm と 100cm の 2 段), パイプの補強や筋交いのほか, ビニルを剥ぐ (天井パイプに束ねる) か否かの風速判断基準などが挙げられる。ビニルを剥いでハウスを開放する場合には親茎地際部の揺れをなるべく避けるため、支柱同士を直管パイプで固定 (横串) したり, 強固な紐等によって親茎を補強し, そして台風通過後には薬剤散布や親茎の手入れが必要である。また, パイプの強さは断面係数に比例する (表 8)。直径 19.1mm のパイプを 22.2mm にすると強度が約 1.4 倍になる。さらに直径 22.2mm のパイプを 25.4mm にすると強度が約 1.3 倍になり, 直径

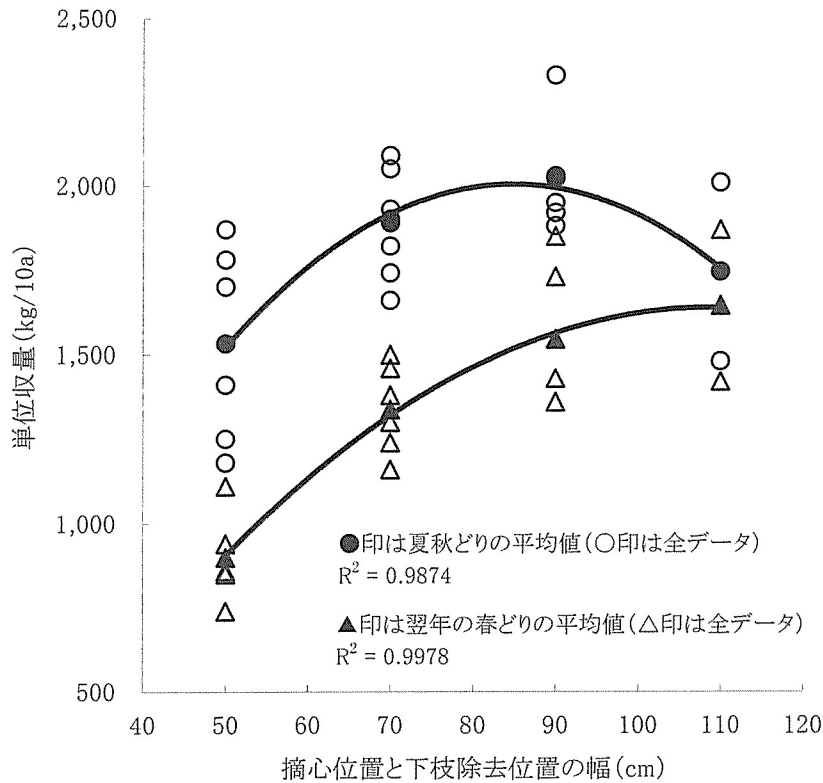


図 11 摘心位置と下枝除去位置の幅が可販収量に及ぼす影響 (井上ら 2008a)

表 8 パイプハウスの寸法・重量および断面性能 (日本施設園芸協会 1999)

寸法 mm		重量 kg/m	断面積 cm ²	断面係数 cm ³	強度比			
外径	厚さ				1.0	1.3	1.0	0.5
19.1	1.2	0.530	0.675	0.284	1.0	0.7	0.5	0.3
22.2	1.2	0.621	0.792	0.394	1.4	1.0	0.7	0.4
25.4	1.2	0.716	0.912	0.527	1.9	1.3	1.0	0.5
31.8	1.6	1.190	1.518	1.090	3.8	2.8	2.1	1.0

機械構造用炭素鋼鋼管 JISG3445STKM の寸法, 重量, 断面性能.

強度比は同列中の比較.

22.2mm のパイプを 31.8mm にすると強度が約 2.8 倍になる. パイプを太くすることはハウス構造強化の方法の一つである. 建設コストは上がるものの, 補助事業等を活用して太いパイプ (直径 31.8mm) の単棟ハウスで栽培する事例もある (吉村 2008).

熱帯性気候であるタイのアスパラガス栽培では, 低温による休眠がみられず, 倒伏や捻枝などにより株を強制的に休眠させることにより季節を問わずアスパラガスが栽培できる (山口ら 2012). また, 砂漠気候であるペルーでは, 灌水制限による乾燥を利用し, 茎葉を黄化および転流させ, 通年栽培を実現している (元木ら 2011). 今後, 国内においても地球温暖化の影響 (特に盛夏期の高温) が想定されるなかで, これらの地域の株養成法は国内における

アスパラガス栽培の参考になるものと考えられる.

2) 茎枯病などの病害虫対策技術

アスパラガスは登録農薬数が比較的少ないため, 有効薬剤の早期登録が求められる. アスパラガスに最もダメージの大きい病害は茎枯病 (*Phomopsis asparagi*) であり, 最近ではハウス栽培でも多発するようになってきている. 北海道の露地栽培においても発生が認められ, 国内のアスパラガス栽培の北限産地である北海道名寄市でも発生が確認された. 現状では本病に対して実用的な抵抗性品種は育成されていない. また, 一部の産地では, 桑畑の跡地土壌の客土において紫紋羽病 (*Helicobasidium mompa*) が, 大雨による浸冠水により疫病 (*Phytophthora* sp.) が発生しており, 決め手となる

対策がない。また報告は少ないが、温暖化に伴い、カシカメムシやタバココナジラミの被害が問題となっている（小川ら 2009, 山崎ら 2012）。地球温暖化に伴い、これらの病害虫がより多く発生し、かつ北上すると考えられる。

ここでは、最も重要と考えられる茎枯病について言及する。ホモプシス属菌に起因する本病は、病原菌の胞子が雨滴や灌水の跳ね上がりにより、若茎頭部に感染する（園田 2010）。その後、菌の侵入と若茎の伸長が同時並行的に起きるため、若茎頭部に感染した菌は地際からの高さ 50cm 以下の部分を中心に病斑を形成する。本病は、この病斑から柄胞子が散出し、次に萌芽する若茎や繁茂した茎葉に感染することで圃場に蔓延していく。柄子殻の形成された茎葉残渣は、翌年の伝染源となる。したがって、茎枯病の発生生態は、罹病茎葉残渣→（露地では実生苗）→若茎→茎葉→茎葉残渣（越冬）であり、適切な防除を怠ると恒常的に発生する病害となる。

茎枯病の防除法は効果の高い順に、①雨除け栽培、②夏秋どりによる若茎の収穫（除去）、③整枝や摘心などによる過繁茂の抑制、④農薬による適期防除、⑤敷きワラや堆肥マルチによる病原菌の跳ね上がり防止である（元木ら 2008）。

広島県の露地立茎栽培では①収穫終了後に親茎の残茎（予め基部 10cm を残しておく）を手で抜き取り、②晴天日にバーナーでうね表面を焼却し（写真 11）、③萌芽前にバーク堆肥を 10a 当たり 3t 施用して堆肥マルチし、④農薬による適期防除を行っている（甲村 2008）。

長野県のハウス栽培では、①見つけ次第病巣部だけを切り取り、上部は枯れてから持ち出し、②黄化完了後の茎葉刈り取りは通常深さ 5cm で切断し、罹病茎については予め地上 50cm で切断し、残茎を手で抜き取る。その後バーナー焼きと堆肥マルチを行っている（瀧澤 2012）。

3) 改植および補植技術

現在の国内のアスパラガス主要生産地では 10 年以上栽培している圃場がほとんどであり、今後は改植の増加が予想される。しかしながら、アレロパシー物質や土壌病原菌密度の増加が危惧され、改植に踏み出せない生産者が実際には多い。現状では圃場を変更するのが最も無難であるが、圃場を変えられない場合は改植技術や補植技術を参考にしな



写真 11 バーナー焼きから 1 年がスタート（井上撮影）

ればならない（井上 2011c, 元木 2007）。

4) 低温遭遇不足による黄化の遅れと休眠覚醒の不足

アスパラガスの主要な産地は北海道や長野県、福島県などの寒地および本州寒冷地から長崎県や佐賀県、香川県などの暖地と全国に広く分布している（図 1）。

暖地と寒冷地の主要産地における年間の平均気温の推移を 10 年単位でみると、暖地の長崎市は 1900 年代（1900～1909 年）が最低の 15.3℃、2000 年代（2000～2009 年）が最高の 17.5℃で、その差は +2.2℃である（図 12）。一方、寒冷地の長野市は 1900 年代（1900～1909 年）が最低の 10.8℃、2000 年代（2000～2009 年）が最高の 12.2℃で、その差は +1.4℃である。このように、中長期的にも確実に平均気温が上昇しており、アスパラガス主要産地においても地球温暖化の影響は免れない。

11 月の気温は、アスパラガスの親茎の黄化と翌年の春芽の収量に最も関係する（表 9）（井上 2011b）。長期的な 11 月期の平均気温も、年間の平均気温と同様に、確実に上昇しており（図 13）、生産現場では実際に、地上部茎葉の黄化と地下部への養分転流が遅れてきている。それに合わせ、暖冬による休眠覚醒の不足も起きている。

短期的にも温暖化の影響で 11 月の気温の変化が大きくなっており、茎葉刈り取り時期の判断が難しくなっている。併せて春芽の収量の増減も大きくなっている。

アスパラガス栽培における今後の温暖化への対応策として、タイなどの東南アジアなどの熱帯性気候の産地の栽培法（山口ら 2012）を考慮しながら、

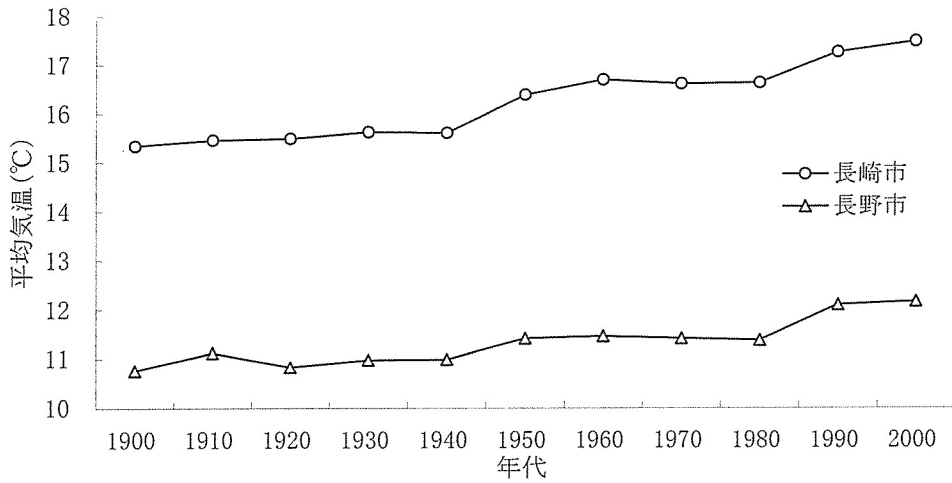


図12 長崎市と長野市における年間の平均気温の推移 (気象庁)
 長崎市の最高 17.5°C, 最低 15.3°C, その差 2.2°C.
 長野市の最高 12.2°C, 最低 10.8°C, その差 1.4°C.

表9 月別平均気温と期間収量の相関係数 (井上 2011a)

期間収量	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
夏芽	-0.49	0.46	0.05	-0.37	0.10	-0.29	-0.27	-0.46
翌年の春芽	-0.01	0.04	0.07	-0.49	-0.20	-0.48	-0.66 *	-0.60 *
年間	-0.32	0.31	0.07	-0.48	-0.04	-0.44	-0.56 *	-0.61 *

年間は夏芽+翌年の春芽, *: (0.05)=0.553, n=13.

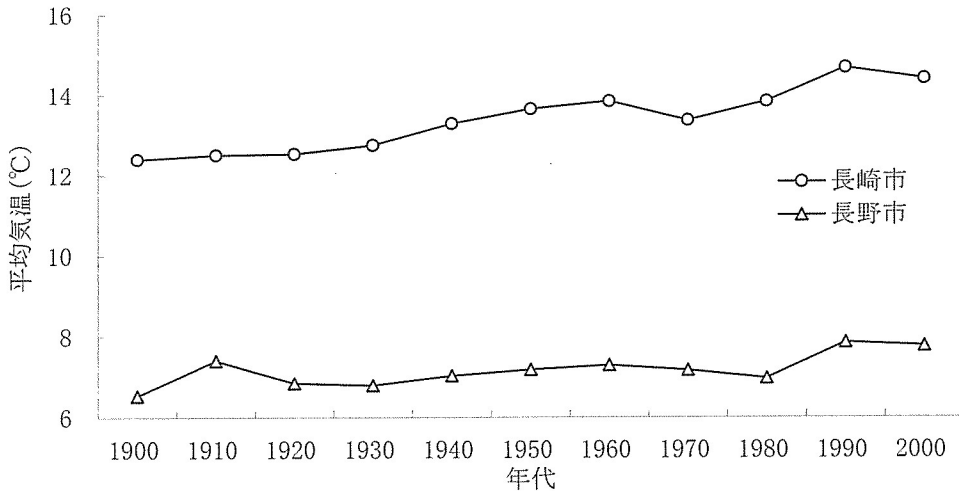


図13 長崎市と長野市における11月の平均気温の推移 (気象庁)
 長崎市の最高 14.7°C, 最低 12.4°C, その差 2.3°C
 長野市の最高 7.9°C, 最低 6.5°C, その差 1.4°C

国内の産地において、早急に検討を始める時期に来ている。

4. 地球温暖化に関わる公設試験研究機関の 主な研究課題

2008 (平成 20) 年度の公設試験研究機関の主な試験研究課題を表 10 に示した。全体を大まかにみると、「改植技術」, 「伏せ込み促成栽培技術」, 「半促

成長期どり栽培技術」の三つに分かれる。少数派としては、「ホワイトアスパラガス生産技術」, 「隔離ベッド栽培技術」, 「灌水同時施肥栽培技術」などの課題がある。なお、全部で 40 課題のうち、九州が 21 課題 (53%), 九州四国を合わせると 30 課題 (75%) を占める。

このなかで、「地球温暖化」に関連する課題として、No.7, 8, 11, 12, 18, 31, 32, 33, 39, 40 が

挙げられ、全国各地で温暖化対策技術が検討されていることが分かる。九州では、すでにコナジラミなど新しい害虫の発生なども報告があり（小川ら2009）、今後は温暖化により引き起こされる被害を軽減するような技術の開発も研究対象となる。

流通事情と先進地オランダから学ぶホワイト生産の展開」について、国内産地の取り組みに関して、最新情報を紹介したい。

引用文献

本多藤雄 1977. 施設・資材とイチゴ栽培における環境制御. 生理・生態からみたイチゴの栽培技術. pp.317-318.

今回は「国内におけるホワイト、ムラサキなどの

表 10 公設試験研究機関のアスパラガスに関する主な試験研究課題（2008）

No.	機関	主な課題名
1	北海道	道北露地アスパラガスの改植技術および高畦灌水栽培技術の開発
2		周年被覆型ハウスを利用したアスパラガス立茎栽培法の確立
3	岩手	アスパラガスの萌芽特性解明による早期生産技術の確立
4	宮城	ホワイトアスパラガスの品質と設定温度の関係
5	山形	[アスパラガス促成栽培] (1) 覆土
6		[アスパラガス促成栽培] (2) 促成前の株管理
7		肥効調整型肥料の連用がアスパラガス露地長期どり栽培(5年生)の収量に及ぼす影響
8	長野	アスパラガス長期どり栽培におけるかん水量と収量
9		湛水およびアレロパシーがアスパラガスの生育に及ぼす影響
10		収穫時期などによるアスパラガス若茎の品質変化
11	香川	(1) 遮光の有無が気温に及ぼす影響
12		(2) 秋冬期の茎葉黄化の指標化
13		(3) ウェルカムでのうね数の検討
14	愛媛	[アスパラガス隔離ベッド栽培] (1) 培地量の違いが収量性に及ぼす影響
15		[アスパラガス隔離ベッド栽培] (2) 培地の種類の違いが収量性に及ぼす影響
16		[アスパラガス隔離ベッド栽培] (3) 隔離ベッドのタイプの違いが収量性に及ぼす影響
17		[アスパラガス隔離ベッド栽培] (4) 隔離ベッド底敷設資材別の生産性の比較
18	高知	(1) 半促成長期どり栽培における保温開始時期の違いが春期の収量に及ぼす影響
19		(2) 半促成長期どり栽培における摘心方法の違いが収量に及ぼす影響
20	福岡	アスパラガスにおける土壌改良資材の生産性向上効果
21		アスパラガスの生産性維持のためのうね更新技術
22	佐賀	[アレロパシー] 根の乾燥粉末添加が苗の生育に及ぼす影響
23		[アレロパシー] 根の混和が2年生株の収量・品質に及ぼす影響
24		[アレロパシー] 湛水・陽熱処理による浸漬水の生育阻害物質の活性
25		[アレロパシー] 湛水・陽熱処理による根および土壌の生育阻害物質の除去効果
26		[アレロパシー] 根および土壌の洗い流し処理水の生育阻害物質の活性
27		[アレロパシー] 洗い流し処理による根および土壌の生育阻害物質の除去効果
28		[改植] 品種の違いと2年生株の収量・品質
29		[改植] 培土の違いと2年生株の生育・収量
30		[改植] 根の混和処理と生育
31	長崎	(1) アスパラガスハウスの夏季昇温抑制技術による増収効果と快適化
32		(2) アスパラガスの半促成長期どり栽培の収量に影響を及ぼす気象要因と収量予測
33		(3) アスパラガス茎枯病の立茎初期薬剤による防除効果の検討
34		(4) コサイドDFと主要殺虫剤との混用による汚れ、薬害の検討
35		(5) コサイドDFの汚れ、薬害の発生条件の解明およびスキャッシュ混用による汚れ回避
36		(6) アスパラガス紫紋羽病の生物的資材による防除
37		(7) 主要病害虫の効率的防除技術の確立
38	大分	灌水同時施肥栽培技術の確立
39	沖縄	沖縄に適したアスパラガスの品種選定と灌水・施肥方法の検討
40	九沖	周年生産のための簡易施設を活用した伏込み促成栽培による作期拡大技術の開発

「平成20年度野菜試験研究成績概要集」から作表。

- 誠文堂新光社.
- 池内隆夫 1998. 暖地での作型と生かし方. 農業技術体系野菜編8(2). タマネギ・アスパラガス. pp.基249-252. 農文協.
- 池内隆夫・小早川弘文 1999. アスパラガス半促成長期どり栽培に関する研究. 雌株と雄株の特性. 香川農試研報 51: 27-32.
- 稲垣 昇・津田和久・前川 進・寺分元一 1989. アスパラガスの光合成に及ぼす光強度, CO₂濃度及び温度の影響. 園学雑 58: 369-376.
- 井上勝広 2010a. アスパラガスの現地生産事例. アスパラガスの販売方法の工夫による単価アップ. アスパラガスの生理生態と生産事例. pp.150-159. 誠文堂新光社.
- 井上勝広 2010b. ハウスの夏期昇温抑制技術. 農業技術体系野菜編8(2). タマネギ・アスパラガス. pp.基155-156の9. 農文協.
- 井上勝広 2010c. 親茎管理のための整枝・摘心. 農業技術体系野菜編8(2). タマネギ・アスパラガス. pp.基185-188. 農文協.
- 井上勝広 2011a. 夏芽収穫終了後の栽培管理. 株養成, 茎葉刈取り, 春どり準備. 農業技術体系野菜編8(2). タマネギ・アスパラガス. pp.基195-196の7. 農文協.
- 井上勝広 2011b. 収量に影響を及ぼす気象要因と収量予測. 農業技術体系野菜編8(2). タマネギ・アスパラガス. pp.基201-206. 農文協.
- 井上勝広 2011c. 1年生株の補植による欠株対策. 農業技術体系野菜編8(2). タマネギ・アスパラガス. pp.基220の2-220の6. 農文協.
- 井上勝広・居村正博・尾崎行生 2008a. アスパラガスの半促成長期どり栽培の収量に及ぼす摘心と下枝除去の位置の影響. 園学研 7(1): 87-90.
- 井上勝広・小川恭弘・尾崎行生 2008b. 半促成長期どり栽培のアスパラガスに寄生するアザミウマ類の発生消長と近紫外線除去フィルムの効果. 園学研 7(3): 413-418.
- 井上勝広・重松 武・尾崎行生 2007. アスパラガスの半促成長期どり栽培の収量に及ぼす立茎開始時期と親茎の太さの影響. 園学研 6(4): 547-551.
- 井上勝広・重松 武・尾崎行生 2008c. アスパラガスの半促成長期どり栽培の収量に及ぼす地上茎の誘引と二次分枝の除去期間の影響. 園学研 7(1): 91-95.
- 小林雅昭・新須利則 1990. アスパラガスの雨除け栽培技術の確立. 長崎総農試研報 18: 117-145.
- 甲村浩之 2008. 全期立茎栽培で長期収穫を実現, 徹底的な茎枯病対策と土づくり. アスパラガスの高品質多収技術. pp.157-161. 農文協.
- Kohmura, H., Y. Watanabe and N. Muto. 2008. Polyphenol content, antioxidant activity and surface colour of asparagus spears cultivated under different conditions of sunlight. *Acta. Hort.* 776: 255-260.
- Maeda, T., K. Honda, T. Sonoda, S. Motoki, K. Inoue, T. Suzuki, K. Oosawa and M. Suzuki. 2010. Light condition influences rutin and polyphenol contents in asparagus spears in the mother-fern culture system during the summer-autumn harvest. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 79(2): 161-167.
- 前田智雄・元木 悟・井上勝広・園田高広・松永邦則・佐藤達雄・甲村浩之・尾崎行生・荒木 肇・浦上敦子・山口貴之 2011. 世界のアスパラガス生産の現状と展望 [2]. 2. ホワイトアスパラガス生産の先進国, オランダにおけるアスパラガス生産. 農及園 86(8): 874-878.
- 皆川裕一 2007. アスパラガスの草型に関連する茎形質. 北農 74: 135-142.
- 元木 悟 2003. アスパラガスの作業便利帳. pp.128. 農文協.
- 元木 悟 2007. 連作障害, アレロパシーの原因と対策. 農業技術体系野菜編8(2). タマネギ・アスパラガス. pp.基221-226の7. 農文協.
- 元木 悟・井上勝広・前田智雄 2008. アスパラガスの高品質多収技術. pp.100, 198, 213. 農文協.
- Motoki, S., H. Kitazawa, T. Maeda, T. Suzuki, H. Chiji, E. Nishihara and Y. Shinohara. 2012. Effects of various asparagus production methods on rutin and protodioscin contents in spears and cladophylls. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 76(5): 1047-1050.
- 元木 悟・渡辺慎一・山口貴之・松永邦則・前田智雄・尾崎行生・竹内陽子・荒木 肇・地子 立・井上勝広・佐藤達雄・浦上敦子 2011. 世界のアスパラガス生産の現状と展望 [3]. 3. 急速に拡大するペルーのアスパラガス生産. 農及園 86(9): 961-972.
- 小川恭弘 2008. 施設アスパラガス害虫の総合管理. 農業技術体系野菜編8(2). タマネギ・アスパラガス. pp.基241-242の3. 農文協.
- 小川恭弘・内川敬介・高田裕司 2009. 施設アスパラガス病害虫の総合管理. 植物防疫. 63(2): 78-80.
- 重松 武 1998. 春芽収穫期の温度管理. 農業技術体系野菜編8(2). タマネギ・アスパラガス. pp.基151-153. 農文協.
- 園田高広 2010. 病害と防除. 茎枯病を中心に. アスパラガスの生理生態と生産事例. pp.75-81. 誠文堂新光社.
- 瀧澤民雄 2012. 6年でトップに上り詰めたアスパラ農家. 現代農業. 8月号: 180-185.
- Wilson, D.R., S.M. Sinton, R.C. Butler, D.T. Drost, P.J. Paschold, G. van Kruistum, J.T.K. Poll, C. Garcin, R. Pertierra, I. Vidal and K.R. Green 2008. Carbohydrates and yield physiology of asparagus - A global overview. *Acta. Hort.* 776: 413-427.
- 山崎永尋・尾崎紘子・谷 耕一・橋本直樹 2012. アスパラガスを加害するツマグロアオカミカメの生態と防除対策. 北農 79(4): 32-37.
- 山口貴之・元木 悟・松永邦則・前田智雄・井上勝広・兼子まや・甲村浩之・佐藤達雄・園田高広・浦上敦子・荒木 肇 2012. 世界のアスパラガス生産の現状と展望 [10]. 10. 周年供給と輸出, 東南アジアのアスパラガス生産. 農及園 87(4): 441-450.
- 吉村俊弘 2008. 暖地におけるアスパラガスのハウス雨よけ栽培, 12t どり. 元木 悟・井上勝広・前田智雄編著. アスパラガスの高品質多収技術. pp.162-165. 農文協.