

アスコルビン酸含量が多く抗酸化活性の高い促成栽培用イチゴ新品種「おいCベリー」

曾根一純・沖村 誠・北谷恵美¹⁾・木村貴志²⁾

(2016年6月13日 受理)

要 旨

曾根一純・沖村 誠・北谷恵美・木村貴志：アスコルビン酸含量が多く抗酸化活性の高い促成栽培用イチゴ新品種「おいCベリー」。農研機構研究報告 九州沖縄農研 66：65 - 86

「おいCベリー」は、やや晩生の炭疽病抵抗性系統9505-05を子房親に、食味が優れ、アスコルビン酸含量が多く、促成栽培に適した「さちのか」を花粉親として交雑し、2000年に得られた実生から選抜した促成栽培に適した品種で、2012年に品種登録された(品種登録番号22113, 2012年12月28日)。果実は「とよのか」より大きく、円錐形で濃赤色である。硬度は「さちのか」と同程度で高く、輸送性に優れる。糖度は「さちのか」より高く、酸度は同程度、香りが強く、食味は良好である。果実のアスコルビン酸含量は「さちのか」の約1.3倍、「とよのか」の約1.6倍であり、収穫期間を通して他品種よりも安定して高い。総ポリフェノール含量も高く、高い抗酸化活性を有する。さらに、「とちおとめ」等の主力普及品種と比較して有意に高い血小板凝集抑制効果が認められる。草姿は立性で、草丈は高く、分けつ、頂果房花数は「とよのか」と同程度である。休眠は浅く、冬期の草勢は「とよのか」より強い。果房伸長性が優れるため玉出し等の作業は必要ない。早晩性は「とよのか」並で、花芽分化期は9月中旬～下旬であり、促成栽培に適する。普通促成栽培では収穫開始期は「とよのか」より3日程度遅く、年内収量および2月末までの早期収量は「とよのか」よりやや少ないが、4月末までの総収量は「とよのか」より多く、「さちのか」と同程度であり、商品果率は高い。夜冷短日処理による早出し効果は高い。うどんこ病に対しては中程度の抵抗性、萎黄病および炭疽病に対しては罹病性である。

キーワード：イチゴ, 促成栽培, 新品種, 育種, アスコルビン酸, 抗酸化活性

1. 緒 言

イチゴは2014年度の農林水産省青果物卸売市場調査によると、卸売金額が1,587億円と青果物全体の17.9%を占め、ミカン15.3%, リンゴの14.5%と並んで主要な品目となっている。イチゴの卸売価格はミカン194円/kg, リンゴ264円/kgと比べ、1,043円/kgと高く、年次間の価格の変動も小さい。高位安定している背景には、産地間競争の中で高付加価値化を実現する品種開発に積極的に取り組み、「スカイベリー」等の極大果系品種や「初恋のかおり」、「桃薫」等の香りや果皮色に特徴のある品種を開発するなどの新たな需要の掘り起こしを進めたことも一因と考えられる。更なる需要拡大には、これまで

の食味や外観の向上だけではなく、消費者の多様なニーズに応える品種の育成が不可欠である。

アスコルビン酸は抗酸化物質として生体内で重要な役割を果たしており、香川(2004)の五訂増補日本食品標準成分表によるとイチゴ果実には可食部100g当たり62mgを有しており、イチゴは野菜・果物の中でもトップクラスの高いアスコルビン酸を含有している。さらに、イチゴは主に生食で消費されるため調理による損失が少なく、老若男女を問わず嗜好性が高いことから、アスコルビン酸の摂取源としても優れている。このため、イチゴの更なる高付加価値化と需要拡大には、アスコルビン酸などの機能性成分含量の改善が有効であると考えられた。これまでに、アスコルビン酸含量が高い品種として

は、森下ら (1997) により「さちのか」が育成されており、糖度が高く食味が優れ、果実が硬く輸送性に優れるなど実用形質の高さから、長崎県、岡山県をはじめとした西南暖地の促成栽培の産地を中心に広く普及している。近年、消費者の健康志向の高まりから、より健康機能性成分含量が高い良食味品種の育成が望まれてきた。

そこで、「さちのか」よりも安定してアスコルビン酸を始めとした抗酸化活性等の健康機能性成分を豊富に含み、果実品質が優れ、高い輸送性を有した促成栽培に適した品種の開発を目的に育種を進め、「おいCベリー」を育成したので、その経過と特性を報告する。

謝 辞

「おいCベリー」の育成に際しては、特性検定試験の実施にあたっては奈良県、育成系統評価試験の実施にあたっては関係各県の担当者各位並びに試作農家の皆様に多大なご協力をいただきました。

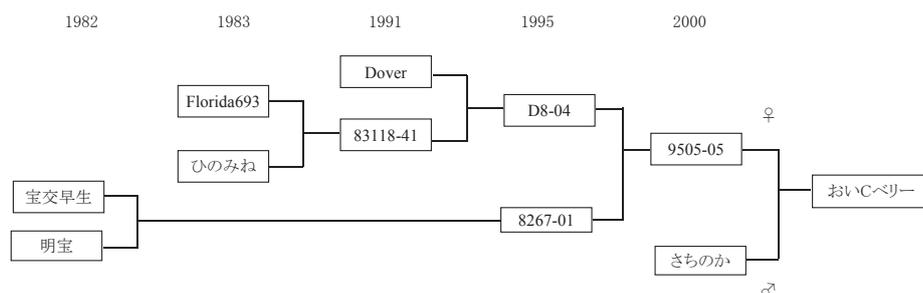
加工適性を評価するにあたり、アヲハタ (株) 李新賢氏、南場芳恵氏、能村和明氏の皆様にご協力をいただきました。また、血小板凝集抑制効果の評価に際しては、鹿児島大学大学院医歯学総合研究科システム血拴制御学講座丸山征郎特任教授、伊藤隆史講師、永里朋香氏にご協力をいただきました。抗酸化活性の評価に際しては、九州沖縄農業研究センター作物品質グループ沖智之グループ長、野菜花き研究部門ゲノム解析ユニット山口博隆上級研究員にご協力をいただきました。この場をお借りして関係各位に感謝申し上げます。

なお、本品種は農林水産省委託プロジェクト研究「新鮮でおいしい『ブランド・ニッポン』農産物提供のための総合研究 6系 野菜(ブラニチ6系)」(2003年～2005年)において実施した研究より得られた成果である。

II. 来歴並びに育成経過

2000年に促成栽培に適し、アスコルビン酸含量が高く、果実品質が優れた品種の育成を目的として、アスコルビン酸含量が高い「宝交早生」を育種母本とするやや晩生で炭疽病抵抗性の9505-05を子房親に、食味が優れ、アスコルビン酸含量が高く、促成栽培に適した「さちのか」を花粉親にして交配を行い、実生個体を養成した(第1図)。育成に際しては曾根ら(2003)のアスコルビン酸含量を効率よく選抜するための実生規模に準じて、組合せ当たり30個体以上の実生集団を作成して、各集団のアスコルビン酸含量を測定し、優良交配組合せを探索した。選定された優良交配組合せについては、個体ごとにアスコルビン酸含量、平均一果重、糖度、果皮色、食味および果実硬度等を計測して、優良な23個体を選抜した。これらについて、2001年に系統選抜予備試験、2002年に系統選抜試験、2003年～2004年に生産力検定試験を行った。その結果、「さちのか」と比べアスコルビン酸含量が安定して高く、栽培管理が容易で、高糖度で食味に優れた0099-03を選抜し、「久留米60号」の系統名を付した。

2005年～2008年に特性検定・系統適応性検定試験を行った結果、早晩性は「とよのか」並で、促成栽培適応性が高く、大果で「さちのか」並の収量性を有し、収穫期間を通じて高糖度で、アスコルビン酸含量並びに総ポリフェノール含量が高く、高い抗酸化活性が認められ、広く普及することが見込めたことから、2010年に「おいCベリー」の品種名を付して品種登録出願(品種登録出願番号第24900号、2010年5月27日)し、2012年に品種登録(品種登録番号第22113号、2012年12月28日)された(第1表)。



第1図 「おいCベリー」の育成図

第1表 「おいCベリー」の選抜および育成経過

年次	試験名	選抜方法	供試数	選抜数	備考
2000	交配、実生選抜	個体選抜	108	23	選抜圃場(久留米)
2001	系統選抜予備試験	栄養系選抜	23	6	〃
2002	系統選抜試験	栄養系選抜	6	3	〃
2003	生産力検定予備試験	栄養系選抜	3	2	〃
2004	生産力検定試験	栄養系選抜	2	1	〃
2005	系統適応性検定試験 特性検定試験(病害抵抗性)	配布・増殖			宮城農園総研ほか10場所 奈良農総七
2006	系統適応性検定試験 特性検定試験(病害抵抗性)	評価1年目			〃
2007	系統適応性検定試験 特性検定試験(病害抵抗性)	評価2年目			〃
2008	系統適応性検定試験 特性検定試験(病害抵抗性)	評価3年目			〃

本品種は収穫期間を通じてアスコルビン酸含量が高く、糖度も高く、食味が優れることから「おいCベリー」と命名した。2013年現在、促成栽培の生産地を中心に推定普及面積約35ha、種苗許諾件数9件と普及が進んでおり、2013年度野菜・茶新品種候補審査委員会において、農林認定申請候補品種として認定された。

Ⅲ 品種特性

育成地（福岡県久留米市）におけるポット育苗による普通促成栽培および短日夜冷処理による早出し促成栽培の耕種概要を第2表に示す。

1. 生育特性

「おいCベリー」の生育特性を第2図右、第3表、第4表に示す。植物体の大きさは「とよのか」、「さちのか」よりやや大きく、草勢は強く、草姿は立性である。葉柄長は「とよのか」と同程度で、葉面積は「とよのか」よりやや小さく、葉数および分けつ数は「とよのか」と同程度で「さちのか」より少ない。果房は長く、基部より果梗が強く伸長するため玉出し等の作業は不要である。頂果房の果房当たり花数は「さちのか」より少なく、「とよのか」と同程度である。休眠は浅く、低温伸長性に優れ、冬期の草勢は「とよのか」、「さがほのか」よりもやや強く、電照等による草勢管理が容易である。ランナーの発生時期は「とよのか」並で、発生数も同程度である（データ略）。

第2表 育成場所における耕種概要

年次	作型	育苗	定植日 (月/日)	栽植密度 (株/a)	施肥量(kg/a) N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	保温開始 (月/日)	加温・電照 ^{b)}	収穫打切 (月/日)
2006	普通促成	ポット	9/27	790	1.5-1.5-1.5	11/15	加温電照	4/30
2007	普通促成	ポット	9/25	727	1.5-1.5-1.5	11/19	加温電照	4/30
	早出し促成 ^{a)}	ポット	9/11	727	1.5-1.5-1.5	11/19	加温電照	4/30
2008	普通促成	ポット	9/25	791	1.5-1.5-1.5	11/20	加温電照	4/30
	早出し促成	ポット	9/11	791	1.5-1.5-1.5	11/20	加温電照	4/30

^{a)} 早出し促成は夜冷短日処理（15℃・8時間日長・20日間）後に定植。

^{b)} 加温温度は下限値を5℃に設定し、電照は明期12時間の日長延長方式で11月下旬から2月中旬まで行った。



第2図 「おいCベリー」の果実および着果状況
2009年3月31日九州沖縄農業研究センター久留米研究拠点にて撮影。

第3表 育成場所における生育調査結果（普通促成栽培）

年次	品種名	草丈 (cm)	葉数	新生第3葉					分げつ 数	頂果房 花数
				葉柄長 (cm)	葉身長 (cm)	葉幅 (cm)	葉形 指数 ^{a)}	推定 葉面積 ^{b)} (cm ²)		
2006	おいCベリー	18.7	11.2	11.7	8.5	6.4	0.75	109	1.6	9.4
	とよのか	17.2	9.6	11.1	8.1	8.3	1.02	134	1.4	11.4
	さちのか	16.2	10.7	10.5	7.5	6.2	0.83	93	1.5	14.9
	さがほのか	17.5	9.6	12.0	10.0	7.8	0.78	156	1.3	10.5
	とちおとめ	19.6	9.7	11.4	8.9	7.5	0.84	134	1.3	12.8
2007	おいCベリー	18.8	9.3	8.9	7.4	8.9	1.20	132	1.7	12.2
	とよのか	16.3	9.7	8.8	7.7	8.2	1.06	126	1.5	14.1
	さちのか	16.1	9.5	9.5	7.1	6.4	0.90	91	2.0	15.6
	さがほのか	15.0	10.5	9.3	9.5	8.4	0.88	160	1.3	10.4
	とちおとめ	17.5	9.2	7.8	8.7	7.9	0.91	137	1.2	18.7
2008	おいCベリー	18.5	12.1	12.0	9.2	7.8	0.85	144	2.5	17.1
	とよのか	16.9	12.0	11.6	8.6	9.1	1.06	157	2.5	17.9
	さちのか	18.4	13.2	11.4	7.8	6.8	0.87	106	2.9	23.8
	さがほのか	17.1	9.0	11.1	9.8	8.3	0.85	163	1.5	11.4
	とちおとめ	19.5	12.2	12.3	9.6	8.4	0.88	161	2.1	17.2
平均	おいCベリー	18.7	10.9	10.9	8.4	7.7	0.93	128	1.9	12.9
	とよのか	16.8	10.4	10.5	8.1	8.5	1.05	139	1.8	14.5
	さちのか	16.9	11.1	10.5	7.5	6.5	0.87	97	2.1	18.1
	さがほのか	16.5	9.7	10.8	9.8	8.2	0.84	159	1.4	10.8
	とちおとめ	18.9	10.4	10.5	9.1	7.9	0.88	144	1.5	16.2

^{a)} 葉幅/葉身長。 ^{b)} 葉身長×葉幅×2, 収穫始期の12月下旬に調査。

第4表 育成場所における生育調査結果（早出し促成栽培）

年次	品種名	草丈 (cm)	葉数	新生第3葉					分げつ 数	頂果房 花数
				葉柄長 (cm)	葉身長 (cm)	葉幅 (cm)	葉形 指数 ^{a)}	推定 葉面積 ^{b)} (cm ²)		
2007	おいCベリー	19.8	14.5	10.8	8.3	6.5	0.78	108	1.3	17.8
	とよのか	19.0	15.5	10.0	7.6	7.6	1.00	116	1.4	19.0
	さちのか	17.1	17.8	9.6	7.1	6.5	0.92	92	1.6	23.4
	さがほのか	23.7	10.0	8.2	8.3	8.2	0.99	136	1.2	8.5
	とちおとめ	20.6	11.4	8.9	8.7	7.1	0.82	124	1.2	23.9
2008	おいCベリー	18.7	16.0	13.7	9.3	6.7	0.72	125	1.8	21.6
	とよのか	17.1	18.1	11.9	7.8	6.8	0.87	106	2.3	18.9
	さちのか	20.0	18.5	13.0	8.4	6.5	0.77	109	3.4	23.4
	さがほのか	16.9	11.3	12.0	9.5	7.7	0.81	146	1.8	9.9
	とちおとめ	22.0	15.2	11.9	9.9	7.9	0.80	156	2.4	22.1
平均	おいCベリー	19.3	15.3	12.3	8.8	6.6	0.75	116	1.6	19.7
	とよのか	18.1	16.8	11.0	7.7	7.2	0.94	111	1.9	19.0
	さちのか	18.6	18.2	11.3	7.8	6.5	0.84	101	2.5	23.4
	さがほのか	20.3	10.7	10.1	8.9	8.0	0.90	141	1.5	9.2
	とちおとめ	21.3	13.3	10.4	9.3	7.5	0.81	140	1.8	23.0

^{a)} 葉幅/葉身長。 ^{b)} 葉身長×葉幅×2, 収穫始期の11月中旬に調査。

2. 開花・成熟特性

普通ポット育苗による普通促成栽培における花芽分化期は9月中旬である。頂果房の収穫開始期は12月下旬であり、「とよのか」より3日程度遅く、「さちのか」より7日程度早い。第1次腋果房の開花日は、2008年の開花日が大幅に遅かったため、3カ年の平均開花日は「とよのか」および「さちのか」より3～4日程度遅いが、概ね両品種並の連続出蓄性を有すると考えられる(第5表)。

2カ年の早出し促成栽培における短日夜冷処理の処理有効株率は、ともに100%であり、頂果房の開花日は10月上中旬、収穫開始期は11月上旬であり、「とよのか」より5日程度、「さちのか」より2週間程度早く、夜冷短日処理による花芽分化促進効果は高い。第1次腋果房の開花日は12月下旬で、「とよのか」並の連続出蓄性を持つ(第6表)。

第5表 育成場所における早晩性、収量及び果実品質（普通促成栽培）

年次	品種名	頂果房	頂果房収穫	第1次腋果房	年内 収量 (kg/a)	標準 ^{a)} 比	早期	標準 ^{a)} 比	総 収量 (kg/a)	標準 ^{a)} 比	商品果 率 ^{c)} (%)	平均 果重 (g)	商品果 1果重 (g)
		開花日 (月/日)	開始日 (月/日)	開花日 (月/日)			収量 ^{b)} (kg/a)						
2006	おいCベリー	11/10	12/19	12/31	49	92	176	100	529	121	55	13.9	17.4
	とよのか	11/6	12/16	12/30	53	100	176	100	438	100	44	11.6	13.3
	さちのか	11/13	12/28	12/28	31	59	210	120	565	129	46	11.2	13.7
	さがほのか	11/5	12/12	12/16	72	137	243	138	549	125	59	14.3	16.1
	とちおとめ	11/7	12/16	1/7	61	115	184	105	459	105	61	14.4	15.7
2007	おいCベリー	11/15	12/28	12/30	22	80	163	75	605	130	77	17.4	19.0
	とよのか	11/18	1/1	1/3	27	100	216	100	466	100	76	15.8	16.4
	さちのか	11/15	1/3	12/29	14	53	223	103	529	113	85	13.2	14.3
	さがほのか	11/7	12/13	12/4	61	225	298	138	745	160	91	16.6	17.5
	とちおとめ	11/7	12/15	12/21	54	200	251	116	483	104	84	14.6	15.3
2008	おいCベリー	11/14	12/26	1/23	20	53	138	75	635	122	68	14.4	17.0
	とよのか	11/10	12/19	1/9	38	100	185	100	519	100	51	12.5	15.4
	さちのか	11/17	1/2	1/14	9	24	205	111	645	124	61	12.2	14.5
	さがほのか	10/27	12/1	12/10	68	181	281	152	728	140	80	15.7	17.3
	とちおとめ	10/30	12/7	1/13	55	146	195	105	660	127	70	14.2	15.8
平均	おいCベリー	11/13	12/24	1/7	30	75	159	83	590	124	67	15.2	17.8
	とよのか	11/11	12/22	1/4	39	100	192	100	474	100	57	13.3	15.0
	さちのか	11/15	12/31	1/3	18	45	213	111	580	122	64	12.2	14.2
	さがほのか	11/2	12/8	12/10	67	181	274	143	674	142	77	15.5	17.0
	とちおとめ	11/4	12/12	1/3	57	154	210	109	534	112	71	14.4	15.6

^{a)} 標準品種「とよのか」。 ^{b)} 2月末までの収量。 ^{c)} 総果数に対する6g以上の正常果と乱形果の果数の割合。

第6表 育成場所における早晩性、収量及び果実品質（早出し促成栽培）

年次	品種名	処理有効株率 ^{a)} (%)	頂果房開花日(月/日)	頂果房収穫開始日(月/日)	第1次腋果房開花日(月/日)	年内収量(kg/a)	標準比 ^{b)}	早期収量 ^{c)} (kg/a)	標準比 ^{b)}	総収量(kg/a)	標準比 ^{b)}	商品果率 ^{d)} (%)	平均果重(g)	商品果1果重(g)
2007	おいCベリー	100	10/10	11/3	12/30	125	92	270	108	768	116	79	15.3	17.2
	とよのか	100	10/13	11/9	1/3	136	100	250	100	660	100	68	13.7	14.6
	さちのか	100	10/16	11/15	12/29	118	87	251	101	629	95	81	11.7	13.2
	さがほのか	100	10/12	11/4	12/4	70	52	252	101	730	111	89	16.4	17.1
	とちおとめ	100	10/13	11/7	12/21	145	107	371	149	670	102	83	14.2	14.6
2008	おいCベリー	100	10/11	11/5	12/29	142	115	248	84	815	112	66	13.7	16.0
	とよのか	100	10/13	11/10	12/21	123	100	297	100	725	100	52	10.7	13.2
	さちのか	100	10/20	11/23	12/29	115	93	290	98	684	94	67	11.3	13.6
	さがほのか	100	10/13	11/7	12/6	82	67	238	80	819	113	73	13.7	15.0
	とちおとめ	100	10/14	11/10	12/15	122	99	340	115	778	107	61	12.2	14.4
平均	おいCベリー	100	10/10	11/4	12/29	134	103	259	95	791	114	73	14.5	16.6
	とよのか	100	10/13	11/9	12/27	129	100	273	100	693	100	60	12.2	13.9
	さちのか	100	10/18	11/19	12/29	117	90	271	99	657	95	74	11.5	13.4
	さがほのか	100	10/12	11/5	12/5	76	59	245	90	775	112	81	15.0	16.1
	とちおとめ	100	10/13	11/8	12/18	133	103	356	130	724	105	72	13.2	14.5

^{a)} 短日夜冷処理した株のうち、定植後展開葉数が5枚以内に出蕾した株の割合。^{b)} 標準品種「とよのか」。

^{c)} 2月末までの収量。^{d)} 総果数に対する6g以上の正常果と乱形果の果数の割合。

3. 収量特性

「おいCベリー」の普通促成栽培における収量特性を第5表に、早出し促成栽培における収量特性を第6表に示す。普通促成栽培では「とよのか」より収穫開始期が3日程度遅く、2月末までの早期収量は「とよのか」より少ない。4月末までの総収量は「さがほのか」より少ないが、「とよのか」、「とちおとめ」より多く、「さちのか」並である。商品果率は67%程度と「さちのか」並である。

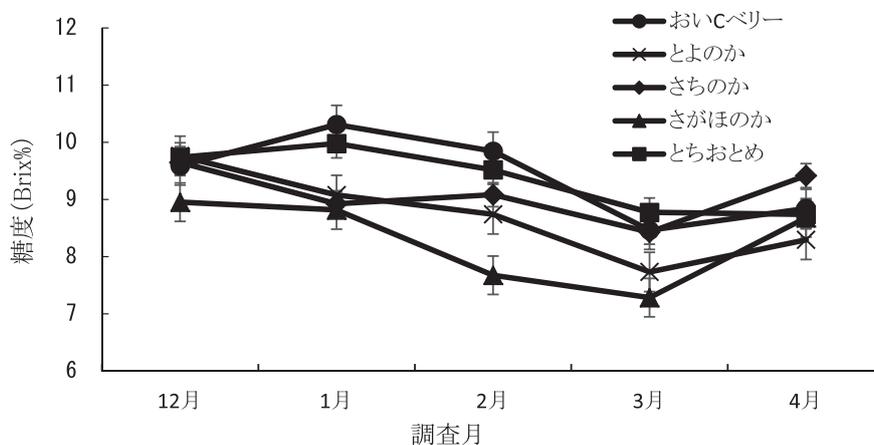
短日夜冷処理による早出し促成栽培では「とよのか」より収穫開始期が5日程度早く、2月末までの早期収量は「とよのか」よりもやや少ないが、4月末までの総収量は「とよのか」よりも14%程度多く、「さがほのか」並である。商品果率は73%と「さちのか」並である。

4. 果実特性

果実は円錐形、平均一果重は「さがほのか」並の約

15gとやや大果で（第5表、第6表）、果皮は濃赤色で光沢があり、果肉は淡赤色～赤色、空洞は極小である（第2図左、第7表、第9表）。硬度は約2.5N/3mmφと「さちのか」並で高く、輸送性に優れる（第8表、第9表）。果実糖度は約9.5Brix%と「とちおとめ」並で「さちのか」、「さがほのか」より高く（第8表、第9表）、特に冬期は高く推移する（第3図）。酸度は「さちのか」と同程度でやや高く、香りがあり、食味は良好である（第7表、第8表、第9表）。

なお、選抜試験に供試した59系統を用いて、アスコルビン酸含量と他形質との相関関係を調査したところ、アスコルビン酸含量と収量、平均一果重には有意な負の相関が、果実糖度とは有意な正の相関が認められ、果実酸度、果実硬度、果皮色との間には有意な関係は認められなかった（第10表）。



第3図 促成作型における3ヵ年の月別の果実糖度の推移
2006年度～2008年度の普通促成栽培。

第7表 育成場所における外観果実形質（普通促成栽培）

年次	品種名	果形	果皮色	果肉色	光沢	空洞	香り	食味
2006	おいCベリー	円錐	濃赤	赤	良	極小	中	良
	とよのか	円錐～長円錐	淡赤～赤	淡橙～淡赤	中	極小～小	中	良
	さちのか	長円錐	赤	淡赤	やや良	極小	やや弱～中	極良
	さがほのか	円錐～長円錐	淡赤	淡黄～淡橙	中	極小	中	良
	とちおとめ	円錐	赤	淡赤	良	極小～小	弱	良～極良
2007	おいCベリー	円錐	濃赤	赤	良	極小	やや強	良
	とよのか	円錐～長円錐	淡赤	淡橙～淡赤	やや良	極小	やや強	良
	さちのか	長円錐	濃赤	淡赤	良	極小	中	極良
	さがほのか	円錐	橙赤	淡黄～淡橙	やや良	極小	中	やや良
	とちおとめ	円錐	濃赤	淡赤	良	極小～小	中	良

果実形質は1～3月に調査。

第8表 育成場所における果実品質（普通促成栽培）

年次	品種名	糖度 (Brix %)	酸度 (%)	硬度 ^{a)} (N)	アスコルビン酸含量 ^{b)} (mg/100gFW)	摂取基準量を 摂取するために 必要な個数 ^{f)}	総ポリフェノール含量 ^{c)} (μ mol-没食子酸 当量/gFW)	抗酸化活性 ^{d)} (μ mol-Trolox 当量/gFW)
2006	おいCベリー	9.5	0.59	2.5	81		14.3	21.1
	とよのか	8.9	0.54	1.7	50		10.3	14.1
	さちのか	9.2	0.57	2.4	64		11.1	15.1
	さがほのか	8.6	0.50	2.0	56		-	-
	とちおとめ	9.6	0.58	2.3	59		-	-
2007	おいCベリー	9.3	0.56	2.6	85		12.5	18.5
	とよのか	8.5	0.55	2.1	54		9.1	13.2
	さちのか	9.2	0.52	2.5	69		11.0	16.3
	さがほのか	8.4	0.52	2.0	55		-	-
	とちおとめ	9.4	0.54	2.4	64		-	-
2008	おいCベリー	9.4	0.86	2.7	94		12.1	19.2
	とよのか	8.2	0.79	2.2	57		9.7	14.7
	さちのか	8.9	0.85	2.4	71		10.7	16.1
	さがほのか	8.0	0.75	2.1	59		-	-
	とちおとめ	9.3	0.91	3.0	68		-	-
平均	おいCベリー	9.4	0.67	2.6	87 a ^{e)}	6.5	12.9 a	19.6 a
	とよのか	8.5	0.63	2.0	54 c	12.4	9.7 b	14.0 b
	さちのか	9.1	0.65	2.4	68 b	10.4	10.9 b	15.8 b
	さがほのか	8.3	0.59	2.1	57 b	10.4	-	-
	とちおとめ	9.4	0.68	2.5	64 b	10.1	-	-

- a) 直径 3mm の平板型プランジャーによる貫入抵抗値 1N = 100gfF。
 糖度、酸度、硬度は12～4月に毎月4回、完全着色果を2～3個ずつ調査した平均値。
 b) 還元型アスコルビン酸含量 (HPLCで測定)。c) Folin Ciocalteu法で測定。d) DPPHラジカル消去活性測定法で算出。
 アスコルビン酸含量は1～3月に3回、完全着色果を5～6個まとめて調査した平均値。
 総ポリフェノール含量と抗酸化活性は1～3月に3回、完全着色果を6～20果まとめて測定した平均値。
 e) Tukey-Kramerによる有意差検定。異なるアルファベットは5%水準で有意差を示す。
 f) 成人男性1日あたりビタミンC摂取基準量100mg(厚生労働省日本人の食事摂取基準(2005))を摂取するために必要な個数を平均果重から算出。

第9表 育成場所における果実品質 (早出し促成栽培)

年次	品種名	糖度 ^{a)} (Brix %)	酸度 ^{a)} (%)	硬度 ^{a)} (N/3mm φ)	果形	果皮色	果肉色	光沢	空洞	香り	食味
2007	おいCベリー	9.9	0.60	2.4	円錐	濃赤	赤	良	無	やや強	良
	とよのか	8.9	0.59	2.0	円錐～長円錐	淡赤～赤	淡橙	中	極小	やや強	良
	さちのか	9.4	0.60	2.4	円錐～長円錐	赤～濃赤	淡赤	良	極小	やや弱	極良
	さがほのか	8.8	0.53	2.0	円錐～長円錐	淡赤	淡黄	やや良	極小	やや弱	やや良
	とちおとめ	9.8	0.62	2.3	円錐～長円錐	濃赤	淡赤	良	極小	弱	良
2008	おいCベリー	9.2	0.93	2.4	円錐	赤～濃赤	淡赤～赤	良	極小	やや強	良
	とよのか	8.4	0.83	2.1	円錐	赤	淡橙～淡黄	やや良	極小	やや強	良
	さちのか	8.9	0.87	2.5	円錐～長円錐	濃赤	淡赤	良	小	やや弱	良
	さがほのか	8.8	0.87	2.4	円錐	淡赤～赤	淡黄	やや良	極小	やや弱	やや良
	とちおとめ	9.1	0.89	2.7	円錐	濃赤	淡赤	良	極小	中	良
平均	おいCベリー	9.6	0.77	2.4	円錐	赤～濃赤	淡赤～赤	良	無～極小	やや強	良
	とよのか	8.7	0.71	2.1	円錐～長円錐	淡赤～赤	淡橙～淡黄	中～やや良	極小	やや強	良
	さちのか	9.2	0.73	2.5	円錐～長円錐	赤～濃赤	淡赤	良	極小～小	やや弱	良～極良
	さがほのか	8.8	0.70	2.2	円錐～長円錐	淡赤～赤	淡黄	やや良	極小	やや弱	やや良
	とちおとめ	9.5	0.76	2.5	円錐～長円錐	濃赤	淡赤	良	極小	弱～中	良

a) 果実の糖度, 酸度, 硬度は11～4月に毎月4回, 完全着色果を2～3個ずつ調査した平均値。
その他の形質は1～3月に調査。

第10表 選抜系統におけるアスコルビン酸含量と他形質との相関係数

調査項目	相関係数
収量kg/a	-0.42 **
平均果重	-0.42 **
商品果率	-0.08
病果率	0.03
糖度	0.43 **
酸度	0.18
硬度	-0.05
果皮色L*	0.06
果皮色a*	-0.10
果皮色b*	0.04
アントシアニン含量	-0.15
頂果房開花日	0.17
ビタミンC含量変動係数	-0.18

n=59

** 1%水準で有意差を示す。

a) 果実の糖度, 酸度, 硬度は11～4月に毎月4回, 完全着色果を2～3個ずつ調査した平均値。
その他の形質は1～3月に調査。

5. 抗酸化活性

抗酸化活性等の機能性評価は第8表に示す2006～2008年の促成作型における「おいCベリー」ほか4品種を用いた。アスコルビン酸含量は, HPLCによるアスコルビン酸含量と相関が高い小型反射式光度計 RQflex (Merck (社)) による簡易測定法を用いた。抗酸化活性は山口ら (2003) が示した方法により, 総ポリフェノール含量は Folin Ciocalteu 法, 抗酸化活性は DPPH ラジカル消去活性測定法により分析した。また, イチゴに含ま

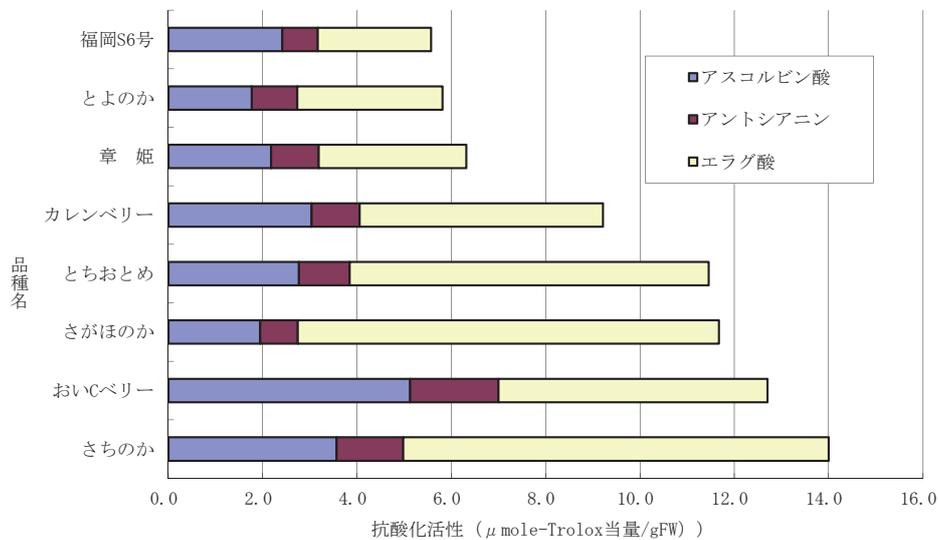
れる抗酸化活性物質の特性を評価するため, 2004年3月に収穫した「おいCベリー」ほか7品種を用いて, 山口ら (2003) の方法によりメタリン酸および80%メタノールにて抽出し, メタリン酸画分およびメタノール画分を得て, それぞれの画分について総ポリフェノール含量を定量した。さらに, 2008年3月に収穫した「おいCベリー」ほか7品種を用いて, イチゴに含まれる主な抗酸化物質であるアントシアニンおよびエラグ酸の寄与率を求めた。すなわち, 抗酸化活性を DPPH ラジカル消去活性測定法

により分析するとともに、同一サンプル中のアントシアニン含量およびエラグ酸含量はそれぞれ510nm吸光度およびHPLCにより定量した。それぞれの抗酸化成分の寄与度は、それぞれの抗酸化物質におけるDPPHラジカル消去活性の力量（Trolox当量/gFW）から、各抗酸化物質の含有量に基づくDPPHラジカル消去能を算出し、残り画分についてはアスコルビン酸を含むDPPHラジカル消去能とした。

アスコルビン酸含量の3ヵ年の収穫期間を通じた平均値は81～94mg/100gFWであり、平均値で「とよのか」の1.6倍、「さちのか」の1.3倍と高かった。第4図に栃木県農業試験場栃木分場での「とちおとめ」、「女峰」、「おいCベリー」の促成作型における収穫期間を通じたアスコルビン酸含量の推移を示す。いずれの品種についても12月が最も高くなり、その後は徐々に低下した。「おいCベリー」は12月上旬～下旬が最も高く、

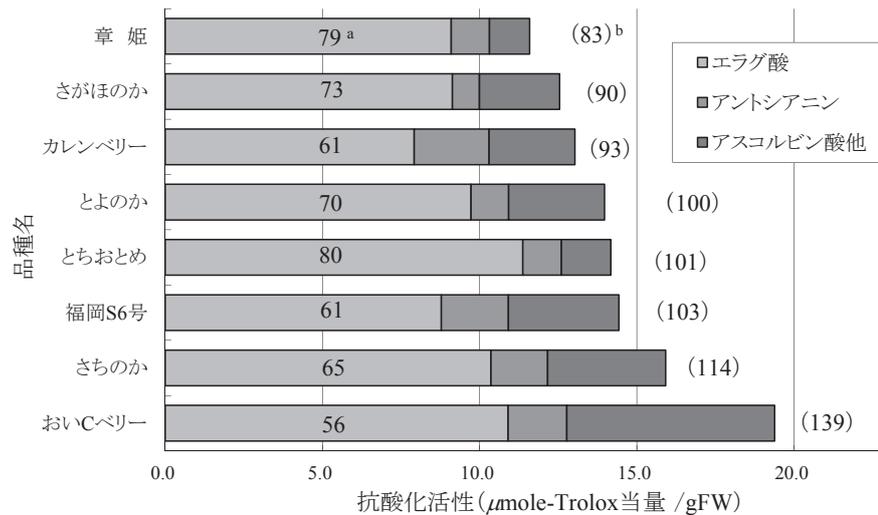
140mg/100gFWを超える値を示し、収穫期間を通じて対照品種である「とちおとめ」よりも25～77%、平均で43%高く、「女峰」に対しては33～130%、平均で66%高く推移した。

総ポリフェノール含量の3ヵ年の収穫期間を通じた平均値は、12.1～14.3μmol-没食子酸当量/gFWであり、3ヵ年の平均値は12.9μmol-没食子酸当量/gFW相当であり、「とよのか」の1.3倍、「さちのか」の1.2倍であった。抗酸化活性の3ヵ年の収穫期間を通じた平均値は、18.5～21.1μmol-Trolox当量/gFW相当であり、「とよのか」の1.4倍、「さちのか」の1.2倍であった（第8表）。また、総ポリフェノール含量のうち水溶性のメタリン酸画分が占める割合は70～74%であり、平均値は71%と高く、イチゴでは総ポリフェノールに占める水溶性ポリフェノール成分の比率が高いことが示された（第5図）。



第5図 促成栽培における「おいCベリー」とその他の品種の抗酸化活性と活性成分の寄与度

2001年3月収穫果実。アスコルビン酸含量、アントシアニン含量およびエラグ酸含量をそれぞれヒドラジン法、510nm吸光度、HPLCにより分析し、それぞれの抗酸化物質におけるDPPHラジカル消去活性の力量から、各抗酸化成分含有量に基づくDPPHラジカル消去能を算出した。



第6図 促成栽培における「おいCベリー」とその他の品種の抗酸化活性と活性成分の寄与度

2008年3月に収穫した完全着色果を6~10果まとめて測定した平均値。

アスコルビン酸含量, アントシアニン含量およびエラグ酸含量について, それぞれヒドラジン法, 510nm吸光度, HPLCにより分析し, それぞれの抗酸化物質におけるDPPHラジカル消去活性の力量から, 各抗酸化成分含有量に基づくDPPHラジカル消去能を算出した。

^{a)} DPPHラジカル消去活性に対するエラグ酸の比率。

^{b)} カッコ内は「とよのか」を100とした場合の相対値。

さらに, 第6図に各抗酸化成分含量と寄与度分布を示す。供試品種の抗酸化活性は標準品種の「とよのか」対比83~139%に分布し, 「おいCベリー」の抗酸化活性は19.4 μmol-Trolox当量/gFWであり, 「とよのか」の約1.4倍, 「さちのか」の約1.1倍となり, 供試した品種の中で最も高かった。このうち, エラグ酸含量は「おいCベリー」および「とちおとめ」で高く, 寄与率は56%~80%であり, 平均68%と最も高かった。一方, アントシアニン含量は「カレンベリー」および「福岡S6号」で高く, 「さがほのか」で低かった。アントシアニンの寄与率は5%~18%で, 平均11%であった。アスコルビン酸を含む画分の寄与率は11%~34%で, 平均21%であった。また, 品種ごとの機能性成分の寄与度は, 「とちおとめ」および「章姫」ではエラグ酸の寄与度が79%以上を占めて高いのに対し, 「おいCベリー」ではエラグ酸の寄与度は56%と他品種よりも低く, アスコルビン酸を含む画分の寄与度が34%と他品種と比べて高いことから, 本品種の高い抗酸化活性はアスコルビン酸とエラグ酸に負うところが大きいと考えられた。以上の結果から, イチゴの抗酸化活性はエラグ酸が大きな役割を果たしていることが示唆された。

6. 血小板凝集抑制効果

抗酸化成分は活性酸素を捕捉・消去する効果から, 活性酸素による酸化ストレスが引き起こす様々な循環器系疾患, がんなどの生活習慣病の予防に役立つことが報告されていることから, 鹿児島大学大学院医歯学総合研究科システム血栓制御学講座の協力を得て, 血小板凝集抑制効果について検討を進めた。分析は第11表に示す「おいCベリー」ほか5品種を用いて, それぞれ2010年5月~2014年5月に収穫した完全着色果300gを凍結乾燥した粉末を用いた。サンプルは, 生理食塩水で100mg/mlになるよう調整したのち, 1晩4℃で振盪後, 15,000rpm・10min・4℃で遠心分離した上澄み液をサンプルとして供した。血小板凝集抑制効果は多血小板血漿 (PRP) 200 μlに被験液10 μl添加後, 3分間インキュベーションし, ADP (100 μM) 10 μl添加またはコラーゲン (20mg/ml) を10 μl添加して, アグリコメーターを用いて血小板凝集によって生じるPRPの透過度の変化を経時的に測定した。得られたデータから, 生理食塩水対比でADP凝集抑制率およびコラーゲン凝集抑制率を算出し, 評価した。また, 2012年3月に収穫した果実を用いてADPおよびコラーゲン凝集抑制率と抗酸化活性および総ポリフェノール含量との関係を評価した。

第11表 イチゴ果実凍結乾燥粉末における血小板凝集抑制効果の品種間差異

品種名	ADP ^{d)} 凝集抑制率 (%)	コラーゲン ^{d)} 凝集抑制率 (%)
生理食塩水	100	100
おいCベリー ^{c)}	15 a ^{e)}	5 a ^{e)}
美濃娘 ^{c)}	16 a	3 a
さがほのか ^{a)}	108 b	101 b
とよのか ^{a)}	75 b	101 b
福岡S6号 ^{a)}	65 b	88 b
とちおとめ ^{b)}	94 b	91 b

- a) 2012年,2014年の5月収穫果実の調査年度ごとの抑制率。
 b) 2011年,2014年の5月収穫果実の調査年度ごとの抑制率。
 c) 2010年,2011年の5月収穫果実の調査年度ごとの抑制率。
 d) PRP200ul にイチゴ果汁 10ul 添加後, 凝集性をアグリコメーターにて測定, 生理食塩水との相対比で, ともに数字が小さいほど抑制効果が高い。
 e) Tukey-Kramer による有意差検定, 異なる文字間で5%水準以上の有意差を示す。

第12表 加熱加工の有無が血小板凝集抑制効果に及ぼす影響

品種名	ADP 凝集抑制率 (%)	コラーゲン 凝集抑制率 (%)
生理食塩水(cont.)	100	100
おいCベリー ^{a)}		
生果	19	5
加熱 ^{b)}	23	7
美濃娘 ^{a)}		
生果	19	4
加熱 ^{b)}	25	5

- a) 2011年3月収穫果実。
 b) 生果と同一サンプルを95℃ 10min. 加熱後, 調査。
 評価方法は, 第11表と同じ。

第13表 血小板凝集抑制率と抗酸化活性との相関係数

	抗酸化活性 (H-ORAC値)	抗酸化活性 (DPPH値)	総ポリフェノール含量 (μ mol-没食子酸 当量/gFW)
ADP凝集抑制率	-0.20 N.S.	0.09 N.S.	0.25 N.S.
コラーゲン凝集抑制率	0.20 N.S.	0.41 N.S.	0.60 N.S.

n=10, 2012年3月収穫果実にて評価。N.S.: 有意差なし。

ADP およびコラーゲン凝集抑制率による血小板凝集抑制効果を第 11 表に示す。「おいCベリー」は「とちおとめ」等と比べ、ADP 凝集性で約 2.5～4 倍、コラーゲン凝集性で約 3.5～4 倍有意に高く、「美濃娘」とともに高い血小板凝集抑制効果を有した。また、磨砕した果実を通常のジャム作製時の加熱時間に相当する 95℃ 10 分間加熱した後の血小板凝集抑制効果を評価したところ、血小板凝集抑制効果は、加熱前の同一サンプルと比較して ADP 凝集性で 17～24%、コラーゲン凝集性で 19～28% 低下したが、比較的高い抑制効果を保持した(第 12 表)。また、抗酸化活性および総ポリフェノール含量と ADP およびコラーゲン凝集抑制率との関係を調べたところ、両者間には有意な関係性は認められなかった(第 13 表)。

7. 病害虫抵抗性

奈良県農業研究開発センターにおいて、2006 年～2008 年の 3 ヶ年にわたり炭疽病、うどんこ病および萎黄病に

ついて特性評価試験を実施した。炭疽病に対しては、抵抗性が低い「女峰」並からそれ以上の発病度、枯死株率を示すことから抵抗性弱であると評価された(第 14 表)。うどんこ病に対しては、発病株率は高かったが、発病度は罹病性の「とよのか」よりも明らかに小さいことから、中程度の抵抗性を持つと評価された(第 15 表)。萎黄病については、抵抗性の「はつくに」、「アスカウェイブ」よりも明らかに発病株率、発病度ともに高いことから、抵抗性弱であると評価された(第 16 表)。また、アブラムシ、ハダニに対しては、観察による結果では「とよのか」等の既存品種と被害程度に大きな差異は認められなかった(データ略)。

以上の結果から、「おいCベリー」は、特定の病害虫に対する抵抗性を有していないことから、健全な無病親株から増殖するとともに、育苗期を含め従来栽培されている品種と同様の予防対策が必要であると考えられた。

第 14 表 奈良県農業研究開発センターでの炭疽病抵抗性検定結果

品種名	抵抗性程度	2006年			2007年			2008年			判定 ^{a)}
		葉身部発病度	葉柄部発病度	枯死株率(%)	葉身部発病度	葉柄部発病度	枯死株率(%)	葉身部発病度	葉柄部発病度	枯死株率(%)	
おいCベリー		38	48	95	50.0	56.3	95	33.8	26.3	90	×
宝交早生	強	25	44	10	26.3	26.3	0	16.3	2.5	5	
Dover	強	29	31	30	25.0	22.5	0	28.8	0.0	15	
とよのか	中	60	63	70	45.0	35.0	20	26.3	3.8	25	
女峰	弱	71	64	100	40.0	60.0	90	35.0	18.8	65	

^{a)} ○：抵抗性強 △：抵抗性中 ×：抵抗性弱。

検定方法：噴霧接種(分生子 4.5×10^5 /ml、9ml/株)、噴霧後 15 時間黒ポリ袋内に静置。

以後、気温 28℃、RH90%、16hr 日長、2 万 lux 設定の人工気象室内で管理。

接種日：2007 年 8 月 9 日、2008 年 8 月 12 日、2009 年 8 月 13 日。

調査日：2007 年 8 月 16 日、9 月 5 日、2008 年 8 月 20 日、9 月 9 日、2009 年 8 月 21 日、9 月 11 日。

調査方法：0：病斑なし、1：0mm < 病斑径 ≤ 3mm、2：3mm < 病斑径 ≤ 5mm、3：5mm < 病斑径 ≤ 9mm、4：9mm < 病斑径または株枯死。

発病度 = $[\sum (\text{個体毎の評点指数}) / (4 \times \text{供試個体数})] \times 100$

第 15 表 奈良県農業研究開発センターでのうどんこ病抵抗性検定結果

品種名	抵抗性程度	2006年		2007年		2008年		判定 ^{a)}
		発病株率(%)	発病度	発病株率(%)	発病度	発病株率(%)	発病度	
おいCベリー		70	3.6	100	27.6	100	19.7	△
宝交早生	強	30	0.8	30	1.1	60	3.9	
とよのか	弱	100	46.4	100	67.5	100	44.2	

^{a)} ○：抵抗性強 △：抵抗性中 ×：抵抗性弱。

検定方法：雨除けトンネルによる自然発病。

定植日：2006 年 10 月 16 日、2007 年 10 月 23 日、2008 年 11 月 4 日。

調査日：2007 年 6 月 22 日、2008 年 5 月 30 日、2009 年 6 月 9 日。

調査方法：0：発病を認めないもの、1：小葉にわずかな発病を認めたもの、2：小葉に明らかな発病を認めたもの、3：小葉の 1/2 以下のほとんどの部分に発病を認めたもの、4：小葉の 1/2 以上の部分に発病を認めたもの。

発病度 = $[\sum (\text{個体毎の評点指数}) / (4 \times \text{供試個体数})] \times 100$

第16表 奈良県農業研究開発センターでの萎黄病抵抗性検定結果

品種名	抵抗性程度	2006年			2007年			2008年			判定 ^{a)}
		発病株率 (%)	発病度	枯死株率 (%)	発病株率 (%)	発病度	枯死株率 (%)	発病株率 (%)	発病度	枯死株率 (%)	
おいCベリー		100	45.0	5	70	22.5	0	90	24	0	×
宝交早生	弱	100	45.0	10	100	46.3	0	100	70	55	
麗紅	弱	100	53.8	5	80	27.5	0	100	58	40	
はつくに	強	5	1.3	0	5	1.3	0	5	1	0	
アスカウェイブ	強	15	5.0	0	5	1.3	0	10	3	0	

^{a)} ○：抵抗性強 △：抵抗性中 ×：抵抗性弱。

検定方法：イチゴ萎黄病の汚染圃場（菌密度 3×10^3 /g 乾土）に定植。

定植日：2006年8月15日，2007年8月14日，2008年8月10日。

調査日：2006年9月10日，2007年9月9日，2008年9月11日。

調査方法：0：発病を認めないもの，1：小葉の1～2枚が相称でないなど，発病認定されるもの，2：小葉の3枚以上が相称でないなど，発病が進んだもの，3：病徴が著しく，枯れ始めたもの，4：本病により枯死したもの。

発病度 = $[\sum (\text{個体毎の評点指数}) / (4 \times \text{供試個体数})] \times 100$

8. 加工適性

加工適性については，アヲハタ（株）の協力を得て，「おいCベリー」をはじめとする5品種について促成栽培で収穫した果実を用いて，果実量比50%，糖度45Brix%，酸度0.65%のジャムを作成した。ジャムは，果実と砂糖を加えて濃縮後，加熱殺菌し，溶解したローメトキシルペクチンとクエン酸を加え，糖度を調整し，ビンに充填・密封したのち殺菌，冷却したものを用いた。官能評価は，サンプル品温を20℃とし，アヲハタ（株）社内パネラー

8名による9段階の絶対評価（1（悪い）～5（中）～9（良い））を行った。

評価結果を第17表に示す。供試した6サンプルのうち，「おいCベリー」は，色の濃さと香り・味の印象において優れ，総合評価も5点以上で，ジャム適性が高いと評価された。他の品種についてもそれぞれの品質特性を活かすことで，ブレンド用ジャム原料として利用可能であると評価された。

第17表 各品種におけるジャムに加工した場合の特性および評価

評価指標	品種名	おいCベリー		濃姫	美濃娘	もういっこ	とちおとめ		
		栽培様式	おいCベリー	高設	高設	高設	土耕		土耕
		収穫時期	3月	3月	5月	5月	6月	6月	
アスコルビン酸含量 (mg/100gFW)	加工前	80	72	47	58	40	46		
	加工後	36	29	16	23	18	19		
色	色の濃さ	4.7 b ^{b)}	5.1 a	4.5 bc	4.0 cd	3.5 d	2.5 e		
	果実様	4.1	5.1	4.6	4.9	4.9	4.9	N.S.	
	青臭さ	3.3	3.1	4.4	3.5	3.9	3.9	N.S.	
	香りの性質・強さ	甘い	4.9	5.4	4.9	5.6	5.3	5.3	N.S.
	酸っぱい	3.3	3.8	3.3	4.1	4.5	3.7	N.S.	
	香りの強度	4.0 b	4.9 ab	5.6 a	5.4 ab	5.6 a	4.9 ab		
味	味の濃さ	4.4 b	5.3 a	5.6 a	5.1 ab	5.8 a	5.3 a		
	香り	4.8 ab	5.1 a	4.1 abc	4.6 ab	3.9 c	4.4 ab		
印象	味	5.1 a	5.3 a	3.9 ab	4.3 ab	3.6 b	4.4 a		
	総合評価	5.2 a	5.4 a	4.4 abc	4.3 abc	3.5 c	3.8 bc		
コメント(抜粋)		色・香り・味のバランスは良い。特徴ない。	色・香り・味のバランスは良い。特徴ない。	ジャムにすると果肉に透明感があり，食感は悪くない。香ばしい。	ジャムにすると果肉に透明感があり，食感は悪くない。甘ったるい。はちみつ様。	果肉が硬い。	果肉が硬い。		

アヲハタ（株）パネラー8名による評価，評価基準：1（弱い，悪い）－5（中）－9（強い，良い）。

^{a)} 各嗜好評価指標について，Tukey-Kramerによる有意差検定，異なる文字間で5%水準以上の有意差を示す。N.S.：有意差なし。

IV. 地域・作型適応性

1. 促成栽培

3カ年にわたり、9カ所、27回の促成栽培適応性検定試験を実施した(第18表)。各検定場所の促成栽培における収量性を第19表に、果実品質を第20表に示す。標準品種である「とよのか」および「女峰」と比較して、草勢は中～強で、年内収量では平均88%(13%～212%)、2月末までの早期収量で83%(32%～114%)とやや低収であるが、3月以降の収量が多く、総収量では108%(74%～157%)とやや高かった。平均一果重は13.3g、商品果一果重は16.7gで標準品種より大きく、商

品果率は70%程度と標準品種と同程度であった。果実糖度は10.4Brix%で「とよのか」よりも高く、酸度はやや高く、食味はやや良～良であった。果皮色は明赤色～濃赤色で、光沢に優れ、香気は中、果実の揃いはやや劣～中、果実硬度はやや高く、空洞は小、果形は円錐～球円錐が多かった。アスコルビン酸の平均含量は91mg/100gFW(70～115mg/100gFW)であり、高含量品種「さちのか」の1.1～1.4倍と高かった。病害虫の発生は、一部に炭疽病、うどんこ病の発生が認められたが、全体的には少なかった。

第18表 系統適応性検定試験場所における耕種概要

検定場所	年次	育苗法	作型	定植日 (月/日)	栽植密度 (株/a)	施肥量(kg/a) N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	備考	標準品種
宮城農業園芸総研 ^{a)}	2006	セル	促成	9/14	833	1.2-0.7-1.2	加温電照	女峰
	2007	セル	促成	9/18	833	1.5-0.9-1.5	加温電照	女峰
	2008	セル	促成	9/16	833	1.5-0.9-1.5	加温電照	女峰
秋田農技セ	2006	ポット	露地	9/28	667	1.9-1.4-1.9	-	女峰
	2007	ポット	露地	9/27	667	2.0-1.4-2.0	-	女峰
	2008	ポット	露地	9/30	667	2.0-1.4-2.0	-	女峰
新潟農総研園研セ	2006	ポット	遅出し促成	9/28	667	1.8-1.3-2.7	高設,加温	女峰
	2007	ポット	遅出し促成	10/2	667	1.4-1.0-2.0	高設,加温	女峰
	2008	ポット	遅出し促成	9/30	667	1.4-1.0-2.0	高設,加温	女峰
栃木農試栃木分場	2006	ポット	促成	9/21	758	2.0-2.5-1.5	加温	女峰
	2007	ポット	促成	9/18	667	2.0-2.5-1.5	加温	女峰
	2008	ポット	促成	9/12	653	2.0-3.8-2.4	加温	女峰
神奈川農技セ	2006	ポット	促成	9/12	667	2.7-2.8-2.5	加温	女峰
	2007	ポット	促成	9/18	667	2.7-2.8-2.5	加温	女峰
	2008	ポット	促成	9/17	667	2.7-2.8-2.5	加温	女峰
岐阜農技セ	2006	ポット	促成	9/19	833	1.3-1.2-1.3	加温電照	女峰
	2007	ポット	促成	9/26	833	1.2-1.2-1.2	-	女峰
	2008	ポット	促成	9/18	833	1.3-1.2-1.3	加温電照	女峰
鳥取園試	2006	ポット	促成	9/14	668	2.7-2.2-2.7	高設,加温無し	とよのか
	2007	ポット	促成	9/13	668	1.8-1.3-1.7	高設,加温無し	とよのか
	2008	ポット	促成	9/12	668	1.8-1.3-1.7	高設,加温無し	とよのか
岡山農総セ農試	2006	ポット	促成	9/27	826	2.9-2.3-2.8	加温電照	とよのか
	2007	ポット	促成	9/21	826	3.0-2.6-3.0	加温電照	とよのか
	2008	ポット	促成	9/19	758	0.5～1.0dS/m	高設,加温電照	とよのか
高知農技セ	2006	ポット	促成	9/20	694	1.1mS/cm	高設,加温電照	とよのか
	2007	ポット	促成	9/20	591	1.1mS/cm	高設,加温電照	とよのか
	2008	ポット	促成	9/19	633	1.1mS/cm	高設,加温電照	とよのか
熊本農研セ農園研	2006	ポット	促成	9/20	667	2.3-2.4-1.4	加温電照,GA	とよのか
	2007	ポット	促成	9/23	667	2.2-2.4-1.3	加温電照,GA	とよのか
	2008	ポット	促成	9/20	666	2.1-2.8-1.2	加温電照,GA	とよのか
鹿児島農総セ	2006	ポット	促成	9/27	727	2.3-2.2-2.3	高設,加温	とよのか
	2007	ポット	促成	9/20	727	2.6-1.9-2.0	加温	とよのか
	2008	ポット	促成	9/26	727	2.6-1.9-2.0	加温	とよのか

a) 試験場名は略称。

第19表 系統適応性検定試験場所における「おいCベリー」の草勢及び収量性

作型	検定場所	年次	標準 品種	草勢		収量(kg/a)					商品果 率(%)	標準 品種(%)	平均 果重(g)	標準 品種(g)	商品果 一果重(g)	標準 品種(g)	
				定植期	収穫期	年内	標準比 ^{c)}	早期 ^{b)}	標準比 ^{c)}	総							標準比 ^{c)}
普通 促成	宮城農業園芸総研 ^{a)}	2006	女峰	やや強	中	52	168	225	114	524	103	75	81	11.3	12.4	16.0	11.6
		2007	女峰	やや強	やや強	66	212	234	100	546	101	69	65	13.8	10.9	17.7	13.9
		2008	女峰	—	やや強	81	172	186	79	581	104	68	73	12.5	10.5	16.3	12.4
栃木農試栃木分場		2006	女峰	強	強	77	71	149	45	375	74	64	88	10.7	14.6	14.8	16.1
		2007	女峰	強	弱	80	76	168	66	309	75	48	66	10.1	9.4	14.8	11.4
		2008	女峰	強	弱	91	79	236	79	371	79	60	60	12.1	9.3	17.6	12.7
神奈川農技七		2006	女峰	中	強	38	51	112	81	304	87	69	63	10.5	7.1	13.5	9.1
		2007	女峰	中	中	41	63	147	66	293	78	69	78	11.5	9.3	16.2	10.7
		2008	女峰	やや強	やや強	45	65	162	63	364	87	79	86	12.3	10.1	14.3	10.9
岐阜農技七		2006	女峰	やや強	やや強	51	65	99	41	499	96	—	86	16.2	11.8	17.8	12.7
		2007	女峰	やや強	中	13	23	120	59	418	97	86	85	18.0	11.9	19.9	12.9
		2008	女峰	やや強	中	19	60	121	70	454	94	92	94	19.2	13.7	20.3	14.1
鳥取園試		2006	とよのか	中	やや強	55	137	99	82	563	157	—	61	13.9	9.3	16.1	11.5
		2007	とよのか	中	中	44	66	89	67	211	98	89	80	15.0	12.8	16.2	12.8
		2008	とよのか	中	やや強	34	60	52	59	282	88	65	65	10.3	10.0	15.5	12.4
岡山農総七農試		2006	とよのか	中	強	71	84	195	118	487	156	77	76	18.1	13.8	21.5	16.1
		2007	とよのか	中	強	94	75	258	102	622	125	92	86	16.4	12.4	17.4	13.7
		2008	とよのか	中	やや強	85	97	271	108	782	168	76	76	16.6	13.7	19.5	15.9
高知農技七		2006	とよのか	中	強	23	39	42	32	356	101	43	42	9.7	7.9	15.3	11.9
		2007	とよのか	中	強	0	—	22	178	204	126	51	44	10.3	8.4	15.3	12.3
		2008	とよのか	中	やや強	31	212	144	102	291	128	79	62	13.6	11.0	15.8	14.1
熊本農研七農園研		2006	とよのか	やや強	やや強	82	80	183	109	474	120	75	67	14.7	10.6	17.5	13.1
		2007	とよのか	やや強	やや強	51	159	173	102	398	129	82	88	15.3	13.8	17.5	14.4
		2008	とよのか	やや強	やや強	72	70	205	102	417	121	78	78	14.4	12.3	15.9	13.7
鹿児島農総七		2006	とよのか	中	やや強	49	56	122	89	338	108	48	42	10.2	8.0	16.3	12.7
		2007	とよのか	中	中	12	13	102	45	442	86	68	68	12.8	10.9	16.4	13.6
		2008	とよのか	中	中	22	34	114	73	432	143	45	43	10.0	7.5	16.4	12.7
平均			中～ 強	弱～ 強	51	88	149	83	420	108	70	70	13.3	10.9	16.7	12.9	
選出し 促成	新潟農総研園研七	2006	女峰	やや強	中	0	—	92	106	298	107	57	30	10.8	5.7	15.4	10.6
		2007	女峰	やや強	中	0	—	108	139	312	102	65	51	11.2	8.3	14.7	11.5
		2008	女峰	中	中	0	—	117	113	293	120	49	40	9.9	7.4	14.7	10.6
平均			中～ やや強	中	0	—	106	119	301	110	57	41	10.6	7.1	14.9	10.9	
露地	秋田農技七	2006	女峰	中	中	0	—	0	—	40	26	—	—	7.7	8.4	9.0	9.0
		2007	女峰	—	やや弱	0	—	0	—	66	55	73	81	8.1	9.7	9.4	10.6
		2008	女峰	—	やや弱	0	—	0	—	56	30	65	77	7.6	10.7	9.3	11.8
平均			中	やや弱 ～中	0	—	0	—	54	37	69	79	7.8	9.6	9.2	10.5	

^{a)} 試験場名は略称, ^{b)} 早期収量は2月末日までの収量, ^{c)} 各場所の標準品種対比。

第20表 系統適応性検定試験場所における「おいCベリー」の果実品質総合評価

作型	検定場所	年次	標準品種	糖度 (%)	アスコルビン酸 (mg/100gFW)	果皮色	光沢	酸度	香気	果揃い	硬度	空洞	果形	食味	総合評価	
															評価①	評価②
普通促成	宮城農業園芸総研 ¹⁾	2006	女峰	10.0	91	鮮赤	良	やや低	中	中	高	極小	円錐	やや良	○	△
		2007	女峰	9.7	87	鮮赤	中	中	中	中	高	極小	円錐	やや良	○	○~△
		2008	女峰	9.3	84	鮮赤	中	やや高	中	やや良	やや高	極小	円錐	やや良	○	○
栃木農試栃木分場		2006	女峰	10.8	88	鮮赤	中	やや高	中	やや劣	高	小	円錐	良	—	△
		2007	女峰	10.6	107	鮮赤	中	やや高	低	やや劣	高	小	円錐	良	△	△
		2008	女峰	10.1	94	鮮赤	やや良	やや高	中	中	やや高	小	円錐	中	×	×
神奈川農技セ		2006	女峰	10.4	78	濃橙赤	良	やや低	中	中	中	中	円錐	良	○	△
		2007	女峰	11.8	87	濃橙赤	良	中	やや強	やや劣	高	中	球円錐	良	○	△
		2008	女峰	11.4	92	濃赤	良	やや高	やや強	良	高	やや大	球円錐	良	○	×
岐阜農技セ		2006	女峰	9.6	76	濃赤	良	中	良	良	中	小	球円錐	良	△	×
		2007	女峰	9.3	85	濃赤	良	中	良	良	中	小	球円錐	良	△	×
		2008	女峰	9.2	81	赤	良	中	良	良	中	極小	球円錐	良	△	×
鳥取園試		2006	とよのか	12.7	136	赤	良	中	中	良	やや高	小	円錐	良	○	△
		2007	とよのか	11.4	141	濃赤	中	中	中	良	やや高	小	円錐	良	○	△
		2008	とよのか	10.7	74	濃赤	やや良	中	中	良	中	小	短円錐~円錐	良	△	×
岡山農総セ農試		2006	とよのか	11.0	95	赤	中	中	中	中	やや高	小	円錐	やや劣	△	△
		2007	とよのか	11.9	83	濃紅	中	中	中	中	やや高	小	円錐	やや良	◎	○
		2008	とよのか	10.2	88	濃紅	中	やや高	中	中	やや高	極小	円錐	やや良	◎	○
高知農技セ		2006	とよのか	10.2	145	明赤	良	中	中	中	高	小	円錐	良	△	△
		2007	とよのか	10.5	58	明赤	良	高	中	中	やや高	小	円錐	良	○	△
		2008	とよのか	9.3	87	鮮赤	良	やや高	少	中	高	小	円錐	良	○	○
熊本農研セ農園研		2006	とよのか	10.3	77	鮮赤	良	高	やや少	中	やや高	小	円錐~球円錐	中~良	○	△
		2007	とよのか	10.5	101	鮮赤	良	高	やや少	中	やや高	小	円錐~球円錐	良	○	△
		2008	とよのか	9.9	73	鮮赤	良	高	やや少	中	やや高	小	円錐~球円錐	良	○	○
鹿児島農総セ		2006	とよのか	10.0	—	赤	良	中	少	良	やや高	極小	短円錐	良	△~×	△~×
		2007	とよのか	10.6	63	赤	良	中	やや少	良	高~やや高	極小	円錐	良	△~×	△
		2008	とよのか	9.6	77	鮮赤	良	中	やや少	良	高~やや高	小	円錐	良	○	×
平均				10.4	90	明赤~濃赤	中~良	やや低~高	少~多	やや劣~良	やや高~高	中~極小	円錐~球円錐	やや良~良	◎○ 16 △ 8 × 2	5.5 14 7.5
遅出し促成	新潟農総研園研セ	2006	女峰	10.5	89	鮮赤	良	中	中	良	高	小	短円錐	やや良	○	△
		2007	女峰	9.4	92	鮮赤	良	中	中	良	やや高	中	短円錐	やや良	◎	△
		2008	女峰	9.6	96	鮮赤	良	中	中	良	やや高	中	短円錐	やや良	◎	×
平均				9.8	92	鮮赤	良	中	中	良	やや高~高	小~中	短円錐	やや良	◎○ 3 △ 0 × 0	0 2 1
露地	秋田農技セ	2006	女峰	10.3	121	赤	中	—	中	中	やや高	無	長円錐	中	×	△
		2007	女峰	7.6	—	赤	中	—	中	やや良	やや高	無	長円錐	やや良	×	△
		2008	女峰	9.1	101	赤	中	やや高	中	中	やや高	小	長円錐	中	×	×
平均				9.0	111	赤	中	やや高	中	中~やや良	やや高	無~小	長円錐	中~やや良	◎○ 0 △ 0 × 3	0 2 1

¹⁾試験場名は略称。

総合評価①は標準品種と比較した優劣を◎(優), ○(やや優), △(同等), ×(劣)で示す。

総合評価②は当該地域における普及を前提とした栽培品種としての適性を○(有望), △(同等), ×(不適)で示す。

標準品種と比較した総合評価では、延べ26回(9場所)の検定試験のうち、62%(16回)で優~やや優れる、31%(8回)で同等、8%(2回)で劣ると判定された。また、実用品種としての普及性については、20%(5.5回)で普及有望、52%(14回)で同等、28%(7.5回)で普及性なしと判定された(第20表)。

遅出し促成栽培に関しては、新潟県農業総合研究所園芸研究センターにおいて、3カ年にわたり、延べ3回の適応性検定試験を実施した(第18表)。それによると、草勢は中で、早期収量および総収量はともに標準品種「女

峰」より多く、商品果率は高かった。果実は標準品種より大きく、果皮色は鮮赤色で光沢があり、糖度は高く、酸度は中程度、食味はやや良で、アスコルビン酸含量は92mg/100gFWと高かった(第19表、第20表)。

標準品種と比較した総合評価では、同等~優れると評価されたが、実用品種としての普及性については、当該地域の普及品種「越後姫」より収量が劣るため、同等~普及性なしと判定された(第20表)。

2. 露地栽培

秋田県農林水産技術センターにおいて3カ年にわたり、3回の適応性検定試験を実施した(第18表)。露地栽培における草勢は標準品種「女峰」に比べてやや弱～中で、収量は少なかった。果実は小さく、果皮色は赤色、糖度は高く、食味は中～やや良で、アスコルビン酸含量は111mg/100gFWと高かった。露地栽培での総合評価は標準品種「女峰」よりも劣り、普及性は低いと判定された(第19表、第20表)。

V. 論 議

1. 品種特性と栽培管理

「おいCベリー」は安定して高いアスコルビン酸を始めた健康機能性成分を豊富に含み、果実品質が優れ、高い輸送性を有した促成栽培に適した品種である。育成地(福岡県久留米市)における普通ポット育苗による花芽分化期は9月中旬であり、9/25前後定植の普通促成栽培では頂花房の収穫開始期は12月下旬であり、「とよのか」より3日程度遅く、年内収量および2月末までの早期収量は「とよのか」よりやや少ない傾向がある。そのため、需要期である年内収量ならびに早期収量を増やすためには、短日夜冷処理による花芽分化処理が有効な手段となる。ちなみに、育成地において8/20から20日間の短日夜冷処理(15℃・8時間日長)による花芽分化促進処理を行ったところ、11月上旬から収穫が可能であった。また、2カ年の短日夜冷処理の処理有効株率はともに100%であり、処理効果は高かった(第6表)。

また、「おいCベリー」は冬季の草勢が「とよのか」より強く、果房伸長性が優れるため、着色を良くするための玉出し作業やジベレリン処理は必要とせず、収穫期における栽培管理が比較的容易である。ハウス内の最低管理温度を6℃以上とし、11月下旬より日没後1～2時間の日長延長処理による電照栽培(植物体直上20lux)を3月上旬まで実施することで冬期の草勢維持が可能であり、草高は30cm程度を目安として管理する。施肥量は育成地ならびに育成系統評価試験の検定場所の結果から、栽培期間を通じたN-P₂O₅-K₂O量は各1.5～2.5kg/aを目安として、連続出蓄性を確保するため基肥による多肥管理は行わずに、追肥により不足分を補う。さらに、管理濃度800～1500ppmとした炭酸ガス施用は、冬期の草勢維持および果実品質向上および安定化に有効である。また、果実硬度が高いことから成熟が長期間に及ぶ厳冬期

に裂皮が発生することがある。その対策として、少量多灌水の管理を心がけるとともに、ハウス内の最低管理温度6℃以上を確保しハウス内湿度を高め維持管理することが、裂皮軽減に有効である。

増殖性については、ランナーの発生開始時期は「とよのか」と同程度で、発生数も同程度である。炭疽病と萎黄病に対しては罹病性であるため、健全な親株から増殖するとともに、育苗期は炭疽病予防に努める。うどんこ病に対しても抵抗性は中程度で発病が認められるため、育苗時および栽培期間を含め、通常の計画的な防除管理が必要である。

2. アスコルビン酸に着目した育種

本品種の育成にあたっては、イチゴの更なる付加価値の向上を目指して、健康機能性成分であるアスコルビン酸に着目し、含有量が高く実用性に優れた促成栽培用品種の育成を目的に育種を進めた。そのため、高アスコルビン酸含有品種の育成にあたり、育種素材の検索およびその遺伝性を明らかにして効率的な選抜手法の確立を進めつつ、品種育成を図った。

曾根ら(1999)は、国内外から導入した幅広い特性を有するイチゴ品種について、2カ年にわたり促成および露地栽培におけるアスコルビン酸含量を調査し、変動特性ならびに年次間の安定性を考慮して育種素材の選定を進めた。それによると、1995年作における収穫期間を通じた各品種のアスコルビン酸含量の平均値は、15.9～114.8 mg/100gFWの範囲に分布し、供試した293品種の総平均は59.1mg/100gFWであった。また、アスコルビン酸含量および収穫時期別の安定性には幅広い品種間差がみられ、Finlay・Wilkinson(1963)の方法による回帰係数を用いて環境変動に対する安定性を検討したところ、高いアスコルビン酸含量を有する品種ほど環境変動に敏感な傾向があった。そのような中で、「さちのか」、「あかしゃのみつこ」等は高いアスコルビン酸含量を有し、かつ環境変動に対して比較的鈍感であり、安定して高いアスコルビン酸含量の品種を育成するための育種母本として有望であることを明らかにした。

また、アスコルビン酸含量の遺伝は、Lundergan・Moore(1975)、Lal・Seth(1979)、曾根ら(2003)の報告があり、アスコルビン酸含量はポリジーンで支配され、量的遺伝するとの報告が多い。また、高アスコルビン酸含有系統を効率的に得るためには、高アスコルビン酸含

有系統間の交配が有効であり、これらを組み合わせることと含有量が高い系統を選抜し、さらにそれらを親として交配と選抜を重ねることにより、より効率的に高アスコルビン酸含量系統が得られる可能性が示唆されている。さらに、アスコルビン酸含量の遺伝力は比較的高いことから、育種初期段階で選抜圧を加えることにより、効率的な選抜が可能であると示唆されている。

望月ら (1995) は、同一品種のランナー株を用いて品種間差異を精度よく評価する標本数の推定を行い、15 個体以上からなる試験区を設定し、収穫期間中 4 回程度、各回 20 果程度以上を調査する必要があることを報告している。また、曾根ら (2003) は、優良な交配組合せを選定するには、組合せ当たり 30 個体以上の実生を調査する必要があることを明らかにしている。

また、アスコルビン酸含量の簡易測定法として、小型反射式光度計 RQflex (Merck (社)) を用いたところ、RQflex による指示値と HPLC によるアスコルビン酸含量の測定値の間には、高い正の相関 ($r = 0.953$, $n=51$) が認められ、RQflex が簡易測定法として十分に利用可能であることが明らかになっている (曾根, 2010)。

以上の成果をもとに、「おいCベリー」の育成に際しては促成栽培に適しアスコルビン酸含量が高く、高糖度で食味が優れ、果実が硬く輸送性に優れるなどの特性を備えた「さちのか」を交配母本に利用した。選抜では、交配組合せ当たり 30 個体以上の実生集団を作成して、集団ごとのアスコルビン酸含量を測定し、優良交配組合せを探索した。検索された優良交配組合せについては、実生個体ごとに平均一果重、糖度、アスコルビン酸含量を調査し、優良個体を選抜して、育種を進めた。その結果、「おいCベリー」ははじめとする高アスコルビン酸含量系統を効率的に選抜することができ、実生世代よりアスコルビン酸含量について選抜圧をかけることにより、効率的に高含有系統を得ることができた。

また、選抜試験に供試した 59 系統を用いて、アスコルビン酸含量と他形質との相関関係を調査したところ、アスコルビン酸含量と収量、平均一果重には有意な負の相関が、果実糖度とは有意な正の相関が認められ、果実酸度、果実硬度、果皮色には有意な関係は認められなかった (第 10 表)。このことから、大まかな傾向としては大果で収量性が高く、なおかつ高いアスコルビン酸含量を有した品種の育成は困難と考えられた。しかしながら、実際の育種過程において育成した「おいCベリー」をはじめ数

系統については、糖度が高く、「とよのか」よりも平均一果重が大きく、なおかつ収量も同等程度と高く、高いアスコルビン酸含量を有していることから、これら形質間の負の相関関係の打破は十分可能と考えられた。

3. 「おいCベリー」の健康機能性

2015 年 4 月に「栄養機能食品」の表示制度の改正が行われ、2016 年には新潟県産「越後姫」について、イチゴとしてはじめてアスコルビン酸の「栄養機能表示」が可能となった。分析を担当した新潟薬科大学によると「越後姫」のアスコルビン酸含量は 45 mg/100gFW であり、消費者庁から示されたアスコルビン酸の一日当たりの摂取目安量の下限値を摂取するためには約 4 粒の摂取が必要であることが報告されている (記者発表記事)。一方で、「おいCベリー」はアスコルビン酸含量が現在栽培されている主要品種の中でも収穫期間を通じて安定して高く、「とよのか」対比で約 1.6 倍の約 90mg/100gFW を有する (第 8 表, 第 6 図)。さらに、栃木県農業試験場栃木分場での促成作型における「とちおとめ」、「女峰」、「おいCベリー」のアスコルビン酸含量の推移をみると、「おいCベリー」は 12 月上旬～下旬が最も高く、140mg/100gFW を超える値を示し、収穫期間を通じて対照品種である「とちおとめ」よりも 25～77%、平均で 43% 高く、「女峰」に対しては 33～130%、平均で 66% 高く推移し、特に 1 月下旬までは 100mg/100gFW を超える高い含量が期待できる (第 4 図)。ちなみに、「おいCベリー」を用いてアスコルビン酸の一日当たりの摂取目安量の下限値を試算したところ、約 2 粒で摂取可能であった。さらに、総ポリフェノール含量は「とよのか」と比較して約 1.3 倍の 13 μmol -没食子酸当量/gFW と高く、高い抗酸化活性も有している (第 8 表, 第 6 図) ことから、「おいCベリー」はアスコルビン酸をはじめとした抗酸化活性成分の摂取源として有望であると考えられる。

イチゴにはアスコルビン酸以外にも機能性成分の有機酸 (主にクエン酸、リンゴ酸) を多く含み、抗酸化成分であるポリフェノール類のエラグ酸ほか、フラボノイドに属するアントシアニン類、ケルセチン、ケンフェロール、カテキン等を多く含んでいる (Hannum, 2004)。特に、エラグ酸はポリフェノール類の中でも特に強い抗酸化力を持つ化合物であり、アスコルビン酸やポリフェノール類を含めた抗酸化成分は、活性酸素を捕捉・消去する効果があるとされ、活性酸素による酸化ストレスが

引き起こす様々な循環器系疾患やがんなどの生活習慣病の予防に役立つことが報告されている (Tzeng ら, 1991; Stoner ら, 1999; Wedge ら, 2001; Meyers ら, 2003; Hannum, 2004; Naemura ら, 2005; Ramos ら, 2005; Wu ら, 2007)。

実際に「おいCベリー」の抗酸化活性物質の抗酸化活性に対する寄与度を調査したところ、エラグ酸はアスコルビン酸以上に大きな役割を果たしていることが明らかとなった (第5図)。北谷ら (2007, 2009) は、様々な品種の抗酸化活性と各種抗酸化成分の寄与度について品種間差異を調査し、アスコルビン酸含量は低いが、アントシアニン含量およびエラグ酸含量が高い「山形2号」等を見出した。また、藤田ら (2014) はアントシアニン含量が低い白実イチゴの中に「おいCベリー」と同等以上の高い抗酸化活性を有する系統を見出している。これらの結果から、アスコルビン酸のほかアントシアニンやエラグ酸含量の高い育種素材にも着目して育種を進めることにより、「おいCベリー」よりもさらに高い抗酸化活性を持つ品種が育成される可能性が示唆された。

イチゴの新たな健康機能性に関して、鹿児島大学大学院医歯学総合研究科システム血拴制御学講座の協力を得て、血小板凝集抑制効果について検討を進めた。これまでに血小板凝集抑制効果が高い野菜として、ハウレンソウ、パセリ、シソ、ニンニク、ウコン等のキク科、ユリ科、アカザ科の野菜が知られている (Shah ら, 1999)。イチゴについては、Naemura ら (2005, 2006)、安田ら (2009) が高い血小板凝集抑制効果を有する品種として「濃姫」、「美濃娘」を明らかにしている。「おいCベリー」はこれら品種と同等からそれ以上の高い血小板凝集抑制効果を有しており (第11表)、Naemura ら (2005) の報告と同様に、加熱によってもその効果は保持されることを明らかにした (第12表)。さらに、抗酸化活性および総ポリフェノール含量とADPおよびコラーゲン凝集抑制率との関係を調べたところ、両者間には有意な相関は認められなかった (第13表) このことから、イチゴにおける血小板凝集抑制に寄与する物質は抗酸化物質ではない可能性が示唆された。また、「おいCベリー」を用いて血小板凝集抑制効果を安定的に得るには、生果で170～300g程度摂取する必要がある (未発表)、今後高い含有量を安定して供給できる栽培技術の確立と年間を通して安定供給できる加工技術の開発が必要である。

その中で、フリーズドライ法等による乾燥品への加工

は、生果重を約1/10に濃縮可能であり、これら機能性成分をより少量で必要量を摂取できる有効な手段であり、長崎県内の産地においては乾燥イチゴとして商品化がなされている。

また、明らかにした血小板凝集抑制効果は加熱後もその効果は保持されることから、ジャムへの加工も有望な活用法の一つと考えられる。「おいCベリー」は高い加工適性を有していることが示されており (第17表)、すでに山口県の観光イチゴ園では生食用だけではなく、ジャムとしても収益機会の拡大に寄与している。

4. 普及性および今後の課題

このような状況の中で、2013年における「おいCベリー」の利用許諾件数は9件、推定栽培面積は全国の促成栽培産地、観光イチゴ園を中心として約35ha (筆者推定値) 普及しており、年々栽培面積も増加している。より一層の普及を進めるためには、県、JA等との連携を深め、様々な栽培条件下における栽培技術の確立が急がれる。さらに、本品種の特徴である高アスコルビン酸含量に代表される高い健康機能性については、医学系研究機関との連携を通じた科学的なエビデンスの集積と新たに制定された「栄養機能表示」制度を活用し、積極的な情報発信を図ることも重要である。

「おいCベリー」は「さちのか」並に果実硬度が高く、輸送性に優れることから、長距離輸送を伴う輸出への取り組みも期待される。曾根ら (2015) は、品質保持効果の高い輸送方法の確立を目的として、輸送に際しての傷みを軽減できる新型容器および品質保持効果が高いMA包装を併用して、輸出の主力品種である「福岡S6号」と「おいCベリー」をシンガポールならびにタイへ航空便にて輸送し、果実の傷み程度を評価した。その結果、果実硬度が高い「おいCベリー」は「福岡S6号」と比較して、有意に傷み程度が少なく輸送適性が高かった。現在、これらの成果を活かして、本品種の高い輸送適性、食味の良さおよび高い健康機能性をアピールポイントとして、東南アジア等への輸出が試みられるなど、普及の拡大に向け積極的な取り組みが図られている。

VI. 摘 要

「おいCベリー」は、2012年に品種登録された(品種登録番号22113, 2012年12月28日)促成栽培に適した品種である。「おいCベリー」の主要な特性は以下のとおりである。

1. 果実は「とよのか」より大きく、円錐形で濃赤色である。硬度は「さちのか」と同程度で高く、輸送性に優れる。糖度は「さちのか」より高く、酸度は同程度、香りが強く、食味は良好である。
2. 果実のアスコルビン酸含量は「さちのか」の約1.3倍、「とよのか」の約1.6倍であり、収穫期間を通して他品種よりも安定的に高い。総ポリフェノール含量も高く、高い抗酸化活性を有する。
3. 草姿は立性で、草丈は高く、分けつ、頂果房花数は「とよのか」と同程度である。休眠は浅く、冬期の草勢は「とよのか」より強く、栽培が容易である。
4. 早晚性は「とよのか」並で、普通促成栽培における年内収量および2月末までの早期収量は「とよのか」よりやや少ないが、4月末までの総収量は「とよのか」より多く、「さちのか」と同程度である。
5. 特定の病害虫に対する抵抗性は有していない。

引用文献

- 1) Finlay, K.W. and G.N. Wilkinson. (1963) The analysis of adaptation in plant-breeding programme. Aust. J. Agric. Res. 14:742-754.
- 2) 藤田敏郎・顧焯炎・飛川みのり・森下昌三・曾根一純 (2014) 高い抗酸化活性に着目したイチゴ選抜系統および白イチゴ系統の機能性成分の特徴. 九農研発表要旨集. 77:151.
- 3) Hannum S.M. (2004) Potential impact of strawberries on human health: a review of science. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 44:1-17.
- 4) 香川芳子 (2004) 五訂食品成分表 2004. 104-105. 女子栄養大学出版部, 東京.
- 5) 北谷恵美・沖村 誠・曾根一純 (2007) イチゴ果実の抗酸化活性およびアントシアニン含量の品種間差異. 園学研. 6 (別2) :501.
- 6) 北谷恵美・沖村 誠・曾根一純・木村貴志 (2009) イチゴ果実における抗酸化活性成分の寄与率および遺
- 伝. 園学研. 8 (別2) :446.
- 7) Lal S.D. and J.N. Seth (1979) Studies on genetic variability in strawberry (*Fragaria×ananassa* Duch.) . Progressive Horticulture 11:49-53.
- 8) Lundergan C.A. and J.N. Moore (1975) Inheritance of ascorbic acid content and color intensity in fruits of strawberry (*Fragaria×ananassa* Duch.) . J. Amer. Soc. Hort. Sci. 100:633-635.
- 9) Meyers K.J., C.B. Watkins, M.P. Pritts and R.H. Liu (2003) Antioxidant and antiproliferative activities of strawberries. J. Agric. Food Chem. 51:6887-6892.
- 10) 望月龍也・三上哲一・曾根一純・野口裕司 (1995) 促成イチゴ果実のアスコルビン酸含量の果実・個体間及び時期的変動. 園学雑. 64 (別2) :342-343.
- 11) 森下昌三・望月龍也・野口裕司・曾根一純・山川理 (1997) 促成栽培用イチゴ新品種"さちのか"の育成経過とその特性. 野菜茶試研報. 12:91-115.
- 12) Naemura A, T. Mitani, Y. Ijiri, Y. Tamura, T. Yamashita, M. Okimura and J. Yamamoto (2005) Anti-thrombotic effect of strawberries. Blood Coagul Fibrinolysis. 16 (7) :501-509.
- 13) Naemura A, H. Ohira, M. Ikeda, K. Koshikawa, H. Ishii and J. Yamamoto (2006) An experimentally antithrombotic strawberry variety is also effective in humans. Pathophysiology of Haemostasis and Thrombosis. 35:398-404.
- 14) Ramos S., M. Alia, L. Bravo and L. Goya (2005) Comparative effects of food-derived polyphenols on the viability and apoptosis of a human hepatoma cell line (Hep G2) . J. Agric. Food Chem. 53:1271-1280.
- 15) Shah B.H., Z. Nawaz, S.A. Pertani, A. Roomi, H. Mahmood, S.A. Saeed and A.H. Gilani (1999) Inhibitory effect of curcumin, a food spice from turmeric, on platelet-activating factor- and arachidonic acid-mediated platelet aggregation through inhibition of thromboxane formation and Ca²⁺ signaling. Biochem Pharmacol. 68:1167-72.
- 16) 曾根一純・望月龍也・沖村 誠・野口裕司 (1999) イチゴ果実におけるビタミンC 含量の品種間差異および収穫時期による変動特性. 園学雑. 68:1007-1014.
- 17) 曾根一純・望月龍也・沖村 誠・野口裕司・北谷恵美 (2003) イチゴ果実中のビタミンC 含量の遺伝. 園学

雑. **72**:141-147.

- 18) 曾根一純 (2010) イチゴにおける果実品質向上および省力化に関する育種学的研究. 鳥取大学. 学位論文.
- 19) 曾根一純・遠藤(飛川)みのり・藤田敏郎 (2015) 東南アジアにおける MA 包装・新型包装容器を用いたイチゴ輸出試験および市場調査 (その2). 園学雑. **14** (別2) :592.
- 20) Stoner G.D., L.A. Kresty, P.S. Carlton, J.C. Siglin and M.A. Morse (1999) Isothiocyanates and freeze-dried strawberries as inhibitors of esophageal cancer. *Toxicol. Sci.* **52**:95-100.
- 21) Tzeng S.H., W.C. Ko, F.N. Ko and C.M. Teng (1991) Inhibition of platelet aggregation by some flavonoids. *Thromb. Res.* **64**:91-100.
- 22) Wedge D.E., K.M. Meepagala, J.B. Magee, S.H. Smith, G. Huang and L.L. Larcom (2001) Anticarcinogenic activity of strawberry, blueberry, and raspberry extracts to breast and Cervical Cancer Cells. *J. Med. Food.* **4**:49-51.
- 23) Wu Q.K., J.M. Koponen, H.M. Mykkänen and A.R. Törrönen (2007) Berry phenolic extracts modulate the expression of p21 (WAF1) and Bax but not Bcl-2 in HT-29 colon cancer cells. *J. Agric. Food Chem.* **55**:1156-1163.
- 24) 山口博隆・曾根一純・沖村 誠・荒木陽一 (2003) イチゴの抗酸化成分の評価. 園学雑. **72** (別2) :482.
- 25) 安田雅晴・越川兼行・松下健二・綾瀬 守 (2009) イチゴ品種 '濃姫' と '美濃娘' の抗血栓作用. 園学研. **8** (別1) :347.

Characteristics of New Strawberry Cultivar “Oishi Berry” with High Ascorbic Acid Content and High Antioxidative Effect.

Kazuyoshi SONE, Makoto OKIMURA, Emi KITATANI,¹⁾ and Takashi KIMURA²⁾

Summary

A new strawberry cultivar, “Oishi Berry,” has been adapted to forcing culture from the southern part of Tohoku to Kyusyu in Japan. The primary flower bud initiation is slightly later than “Toyonoka.” The total yield of Oishi Berry in forcing culture is almost the same as that of Toyonoka.

The fruit skin color is glossy red, and the fruit is highly firm. The fruit has a high sugar content, and eating quality is good, almost the same as Toyonoka. The fruit has high ascorbic acid content (81~102 mg/100gFW, about 1.6 times higher than Toyonoka) , and high antioxidant component, and exhibits significant antiplatelet activity in vitro.

Oishi Berry is sensitive to Fusarium wilt and anthracnose, and has moderate resistance to powdery mildew.

Key words : strawberry, breeding, variety, forcing culture, ascorbic acid content, antioxidant component

Lowland Farming and Horticulture Research Division, Kyushu Okinawa Research Center, NARO, 1823-1 Mii-machi, Kurume, Fukuoka 839-8503, Japan.

Present address:

¹⁾ Retired.

²⁾ Agro-Environment Research Division.