

数種果実の微生物汚染源としての農業用水と農薬溶液の影響

北田康祐¹, 河本敬子², 阿野貴司³, 泉 秀実⁴

要旨

和歌山県産の果実（カキ、ウンシュウミカン、ウメ）の各圃場を対象に、農業用水、農薬溶液および収穫果実の微生物汚染度を測定し、これらの栽培環境接触物が微生物汚染源として青果物に及ぼす影響を調査した。農業用水に使用した水源の微生物汚染度は、河川水が谷の湧水より 1 log 程度高かった。さらに、農業用水に農薬を溶解することで、微生物数が最大で 2 log 程度増加し、微生物汚染度の増大が確認された。農薬散布から 3 日後に収穫されたカキ果実では、農業用水および農薬溶液から土壌由来あるいは植物病原性の 7 菌種が移行したと推定され、農薬散布から 8 日後のウンシュウミカン果実（2 菌種）および 31 日後のウメ果実（1 菌種）よりも多いことが確認された。いずれのサンプルからも食中毒原因菌（verotoxin-producing *Escherichia coli*、*Salmonella*、*Listeria monocytogenes*）は検出されず、農業用水および農薬溶液を介した微生物的食品安全危害はないことが示された。

キーワード：果樹圃場、農業用水、農薬溶液、微生物汚染、食中毒原因菌、植物病原菌

1. 緒論

青果物の栽培環境中の微生物汚染は、主に農業用水、土壌、草、野生動物およびヒトの糞便との接触により生じるとされている⁽¹⁾。その中で、農業用水に使用される水源は井戸水、池水、河川水、雨水および貯水など多岐にわたり、同じ水源でも時期により微生物汚染の程度は変化する。農業用水が青果物の微生物汚染度に大きな影響を及ぼすことから、適切な水源の使用が推奨されている⁽²⁾⁽³⁾。また、農業用水だけではなく、農業用水を用いて希釈・溶解した農薬溶液も微生物汚染源になり得ることが示唆されている⁽⁴⁾⁽⁵⁾。

筆者の泉ら⁽⁶⁻⁸⁾は、青果物の微生物的安全性を確保するため、数種青果物における栽培中の潜在的汚染源を調査し、多くの報告を行ってきた。果実においては、カキ圃場⁽⁶⁾で農業用水および農業用水に農薬を溶解した農薬溶液から *Salmonella*、別の農業用水からは *Escherichia coli* O157:H7 を検出しており、同様にウンシュウミカン圃場⁽⁷⁾およびウメ圃場⁽⁸⁾においても、それぞれ農薬溶液から *Salmonella* および農業用水から *E. coli* O157:H7 の検出を報告している。さらに、それら食中毒原因菌が検出された農業用水に農薬を希釈または溶解することにより、微生物数が増加する場合があることを確認している。本研究では、カキ、ウンシュウミカンおよびウメ圃場を対象に、農業用水、農薬溶液および収穫された果実の微生物汚染度を比較し、農業用水および農業用水で希釈した農薬溶液が微生物汚染源として果実に及ぼす影響を調査した。また、果実圃場の安全性を評価するため、これらの果実と栽培環境接触物の食中毒原因菌の有無も確認した。

原稿受付 2014年6月14日

本研究は近畿大学生物工学部戦略研究 No. 11-I-1, 2012 の助成を受けた。

1. 近畿大学大学院生物理工学研究科生物工学専攻, 〒649-6493 和歌山県紀ノ川市西三谷 930 (現在 (地独) 大阪府立環境農林水産総合研究所, 〒583-0862 羽曳野市尺度 442)
2. 近畿大学生物理工学部 システム生命科学科, 〒649-6493 和歌山県紀ノ川市西三谷 930
3. 近畿大学生物理工学部 生物工学科, 〒649-6493 和歌山県紀ノ川市西三谷 930
4. 近畿大学生物理工学部 食品安全工学科, 〒649-6493 和歌山県紀ノ川市西三谷 930

2. 材料および方法

2.1 分析用サンプルおよびサンプリング時期

和歌山県内のカキ、ウンシュウミカンおよびウメ果樹圃場を対象とし、各圃場で収穫直前に散布された農業用水、農業用水に農薬を溶解した農薬溶液および収穫時期の各果実を微生物分析用サンプルとした。紀の川市のカキ‘刀根早生’圃場で、農業用水（谷の湧水）および農薬溶液（殺虫剤1種：アグロスリン水和物）は9月23日に、収穫果実は3日後の9月26日にサンプリングした。紀の川市のウンシュウミカン‘宮川早生’圃場では、農業用水（谷の湧水）および農薬溶液（殺菌剤2種：トップジンM水和剤、ペフラン液剤25、展着剤：アグロスリン）は11月4日に、収穫果実は8日後の11月12日にサンプリングした。田辺市のウメ‘南高’圃場では、農業用水（河川水）および農薬溶液（殺菌剤1種：スコア顆粒水和剤、展着剤：アピオンE）は5月26日に、収穫果実は散布から31日後の6月26日にサンプリングした。農業用水および農薬溶液は滅菌ビンに100ml採取後、分析まで4°Cで保存し、2日以内に測定した。収穫果実（カキ果実は9樹から15個、ウンシュウミカン果実は9樹から15個、ウメ果実は9樹から60個）は、収穫後6時間以内に測定した。微生物分析は3反復行った。

2.2 微生物数の測定

サンプリングした収穫果実サンプルの一般生菌数、大腸菌群数、真菌数の測定は既報⁹⁾の寒天平板法で行った。農業用水および農薬溶液は、ビンに採取したサンプルをそのまま菌液として使用した。収穫果実サンプルはメスを用いて果皮と果肉に切り分け、それぞれ10gを90mlの0.85%滅菌生理食塩水とともにストマフィルターに入れ、ストマッカー（ELMEX社製：Pro media SH-001）を用いて室温で4分間磨砕し、菌液とした。菌液は滅菌生理食塩水を用いて連続希釈し、一般生菌数の測定には標準寒天培地（SMA；日水製薬株式会社製）、大腸菌群数の測定にはデゾキシコレート寒天培地（DA；日水製薬株式会社製）、真菌数の測定にはクロラムフェニコール加ポテトデキストロース寒天培地（PDA；日水製薬株式会社製）を使用した。培養条件は、SMAは37°Cで48-72時間、DAは37°Cで18-24時間、PDAは26°Cで3-5日間倒置培養し、培養後の各シャーレに出現したコロニー数を農業用水および農薬溶液は1mlあたり、青果物は1gあたりの対数値で示した。

2.3 微生物種の同定と食中毒原因菌遺伝子の存在調査

細菌の単離には凝固させたSMA、真菌の単離には凝固させたPDAに菌液を塗抹し、形態の異なるコロニーを目視で判断し、分離した。カキ圃場から細菌34菌株および糸状菌37菌株、ウンシュウミカン圃場から細菌25菌株および糸状菌13菌株、ウメ圃場から細菌38菌株および糸状菌19菌株を分離し、既報¹⁰⁾と同様にMicroSeq法¹¹⁾による同定に用いた。細菌および糸状菌の同定は、それぞれ16S rDNA領域およびD2 LSU rDNA領域について、MicroSeq Microbial IdentificationおよびMicroSeq D2 LSU rDNA Fungal Identification（Applied Biosystems社）を用いて塩基配列を決定後、MicroSeqシステム（Applied Biosystems社製：MicroSeq[®] ID Analysis v2.0）のホモロジー検索を行い、データベースとの相同性が95%以上かつ最も高い菌種を同定菌として選択した。

食中毒原因菌（verotoxin-producing *Escherichia coli*、*Salmonella*、*Listeria monocytogenes*）を対象に、既報¹²⁾に従いLoop-mediated Isothermal Amplification（LAMP）法¹³⁾を用いて、農業用水（10ml）、農薬溶液（10ml）および収穫果実（10g）における食中毒原因菌の存在検査を行った。各食中毒原因菌の遺伝子の検出には腸管出血性大腸菌検出試薬キット、サルモネラ検出試薬キットおよびリステリア検出試薬キット（栄研化学株式会社製）を使用した。各サンプルの培養液と試薬を反応させ、Loopampリアルタイム濁度測定装置（TERAMECS製：LA-200F）を用いて65°Cで60分間のLAMP反応を行った。遺伝子増幅の副産物であるピロリン酸マグネシウムの濁度を測定することにより、食中毒原因菌の存在の有無を判断した。

3. 結果

3.1 農業用水、農薬溶液および果実の微生物数

農業用水の微生物（一般生菌、大腸菌群および真菌）数は、谷の湧水を水源としたカキ圃場で 2.0 - 2.1 log CFU/ml、ウンシュウミカン圃場で一般生菌数および大腸菌群数は 2.4 および 1.6 log CFU/ml、真菌数は検出限界値以下を示した（Table 1）。河川を水源としたウメ圃場では微生物数は谷の湧水よりも高く、2.8 - 3.4 log CFU/ml を示した。また、農業用水に農薬を溶解すると、カキ圃場の殺菌剤を溶解した農薬溶液の微生物数は、3.5 - 4.5 log CFU/ml で 2log 程度増加した。同様にウメ圃場の殺菌剤を溶解した農薬溶液の微生物数も増加し、3.8 - 4.3 log CFU/ml となった。一方で、ウンシュウミカン圃場の殺菌剤 2 種を溶解した農薬溶液ではいずれの微生物数も減少し、一般生菌数が 2.2 log CFU/ml を示したほかは検出限界値以下または未検出となった。収穫果実については、微生物数はカキ果実の果皮で 3.2 log CFU/g、ウメ果実の果皮で 4.7 log CFU/g を示した以外は検出限界値以下および未検出を示し、微生物汚染度は低いことが確認された。

Table 1. Microbial population and number of isolated microbial species of agricultural water, pesticide solution containing the agricultural water for the mixture, and fruit

Orchard	Sample	Microbial population ^a			Number of isolated microbial species	
		Mesophiles	Coliforms	Fungi	Bacteria	Mold
Persimmon	Agricultural water	2.1 ± 0.0	2.0 ± 0.0	2.1 ± 0.0	12	11
	Pesticide solution	3.8 ± 0.0	3.5 ± 0.0	4.5 ± 0.0	8	5
	Peel	<2.4 ^b	<2.4	3.2 ± 0.1	7	14
	Flesh	<2.4	ND ^c	<3.0 ^b	1	1
Satsuma mandarin	Agricultural water	2.4 ± 0.0	1.6 ± 0.0	<2.0 ^b	14	3
	Pesticide solution	2.2 ± 0.0	<1.4 ^b	ND	6	ND
	Peel	<2.4	<2.4	<3.0	2	8
	Flesh	ND	<2.4	ND	ND	ND
Japanese apricot	Agricultural water	3.4 ± 0.0	2.8 ± 0.0	3.0 ± 0.1	10	3
	Pesticide solution	3.9 ± 0.1	3.8 ± 0.0	4.3 ± 0.1	8	ND
	Peel	<2.4	ND	4.7 ± 0.1	6	13
	Flesh	<2.4	ND	<3.0	1	4

^a Mean ± SD values are expressed as log CFU/ml of agricultural water and pesticide solution or log CFU/g of peel and fresh (n=3).

^b Below the detection level (fewer than 30 bacterial or 10 fungal colonies on plate of the original culture) in each sample.

^c ND, no colonies detected on a plate of the original culture.

3.2 農業用水および農薬溶液の微生物種

カキ圃場の農業用水および農薬溶液からは、それぞれ細菌 10 属 12 種、糸状菌 10 属 11 種および細菌 6 属 8 種、糸状菌 4 属 5 種、ウンシュウミカン圃場の農業用水および農薬溶液からは、細菌 12 属 14 種、糸状菌 3 属 3 種および細菌 5 属 6 種、ウメ圃場の農業用水および農薬溶液からは、細菌 9 属 10 種、糸状菌 3 属 3 種および細菌 5 属 8 種が検出された（Table 1）。農業用水の細菌種では土壌細菌の *Bacillus* 属、水系由来細菌の *Aeromonas* 属、大腸菌群に属する *Enterobacter* 属や植物病原細菌の *Pseudomonas* 属が複数の圃場から検出された（データ省略）。糸状菌種では食品付着菌の *Aureobaculum* 属や土壌由来の植物病原性糸状菌である *Cladosporium* 属や *Fusarium* 属が検出された。農薬を溶解後、カキ圃場において細菌種では *Chryseobacterium indologenes* および糸状菌種では *Cladosporium cladosporioides*、*Fusarium chlamyosporum*、*Coniothyrium fuckelii* および *Phaeosphaeria avenaria*、ウメ圃場では細菌種の *Herbaspirillum frisingense*、*Pseudomonas nitroreducens* および *Rhodopseudomonas palustris* が、農業用水と共通して検出された。

3.3 果実の微生物種と推定される移行菌

カキ果実から検出された微生物種のうち、農業用水および農薬溶液と共通して検出された微生物種は 7 種で

他の果実よりも多かった (Table 2)。農業用水から、細菌種では大腸菌群の *Enterobacter cloacae*、植物病原細菌の *Pseudomonas oryzae*、糸状菌種ではいずれも植物病原性を示す *Arthrrium phaeospermum*、*Cladosporium cladosporioides*、*Coniothyrium fuckelii* および *Coprinus cinereus* が果実に移行したと推定された。また、農薬溶液からの移行菌は、土壌細菌の *Bacillus altitudinis*、植物病原性糸状菌の *Coniothyrium fuckelii* および *Coprinus cinereus* であった。ウンシュウミカン果実においては、栽培中の環境接触物から移行した微生物として、農業用水から *Curtobacterium albidum/citreum* および *Cladosporium cladosporioides/herbarum* の2種が推定された (Table 3)。一方ウメ果実では、水系からの移行菌は最も少なく、農業用水から移行した微生物種として、*Aureobacidium pullulans* のみが推定された (Table 4)。

Table 2. Microorganisms isolated from peel and flesh of persimmon fruit at harvest

Sample	Bacteria			Environmental samples	Molds		Environmental samples				
	Gram type	Genus	Species	containing species found on fruit	Genus	Species	containing species found on fruit				
Peel	Positive	<i>Bacillus</i>	<i>altitudinis</i>	Pesticide solution	<i>Arthrrium</i>	<i>phaeospermum</i>	Agricultural water				
			<i>pumilus / safensis</i>			<i>fabae / pisi</i>					
			<i>simplex</i>			<i>niger ficuum / phoenicis</i>					
			<i>Staphylococcus</i>			<i>aureus</i>		<i>Aureobasidium</i>	<i>pullulans</i>		
						<i>epidermidis</i>		<i>Chaetomium</i>	<i>globosum / strumarium</i>		
	Negative	<i>Enterobacter</i>	<i>cloacae</i>	Agricultural water	<i>Cladosporium</i>	<i>cladosporioides / herbarum</i>	Pesticide solution				
			<i>Pseudomonas</i>			<i>oryzae</i>		<i>Coniothyrium</i>	<i>fuckelii</i>	Agricultural water	
									<i>Coprinus</i>		<i>cinereus</i>
									<i>Leptosphaerulina</i>		<i>chartarum</i>
									<i>Mycosphaerella</i>		<i>parkii</i>
		<i>Penicillium</i>	<i>citreonigrum</i>	<i>Pestalotia</i>	<i>rhododendri</i>						
				<i>Pleurotus</i>	<i>ostreatus</i>						
				<i>Trichoderma</i>	<i>viride</i>						
				<i>Phacidium</i>	<i>coniferarum</i>						
Flesh	Positive	<i>Bacillus</i>	<i>megaterium</i>								

Table 3. Microorganisms isolated from peel and flesh of satsuma mandarin fruit at harvest

Sample	Bacteria			Environmental samples	Molds		Environmental samples			
	Gram type	Genus	Species	containing species found on fruit	Genus	Species	containing species found on fruit			
Peel	Positive	<i>Bacillus</i>	<i>niacini</i>	Agricultural water	<i>Aspergillus</i>	<i>awamori / foetidus / niger</i>	Agricultural water			
			<i>Curtobacterium</i>			<i>albidum / citreum</i>		<i>Chaetomium</i>	<i>brasiliense / globosum</i>	
								<i>Cladosporium</i>	<i>cladosporioides / herbarum</i>	
								<i>Mucor</i>	<i>racemosus f. racemosus</i>	
									<i>ramosissimus</i>	
									<i>Penicillium</i>	<i>digitatum</i>
									<i>Pithomyces</i>	<i>atro-olivaceus</i>
Flesh	Not detective			Not detective	<i>Stilbella</i>	<i>byssiseda</i>				

Table 4. Microorganisms isolated from peel and flesh of Japanese apricot fruit at harvest

Sample	Bacteria			Environmental samples	Molds		Environmental samples		
	Gram type	Genus	Species	containing species found on fruit	Genus	Species	containing species found on fruit		
Peel	Positive	<i>Bacillus</i>	<i>altitudinis</i>	Agricultural water	<i>Alternaria</i>	<i>alternata</i>	Agricultural water		
			<i>niacini</i>			<i>Ascochyta</i>		<i>fabae / pisi</i>	
			<i>soli</i>			<i>Aureobacidium</i>		<i>pullulans</i>	
			<i>thuringiensis</i>			<i>Cladosporium</i>		<i>cladosporioides / herbarum</i>	
			<i>Curtobacterium</i>			<i>luteum</i>		<i>Diaporthe</i>	<i>phaseolorum</i>
			<i>Streptomyces</i>			<i>corchorusii</i>		<i>Fusarium</i>	<i>graminearum</i>
								<i>Mycosphaerella</i>	<i>rabiei</i>
								<i>Penicillium</i>	<i>citreonigrum</i>
								<i>Pestalotia</i>	<i>rhododendri</i>
								<i>Phoma</i>	<i>andina</i>
									<i>glomerata / herbarum</i>
									<i>macrostoma / sorghina</i>
Flesh	Positive	<i>Bacillus</i>	<i>alkaliterris</i>		<i>Leptosphaerulina</i>	<i>australis</i>			
					<i>Mycosphaerella</i>	<i>rabiei</i>			
					<i>Phoma</i>	<i>macrostoma</i>			
						<i>macrostoma / sorghina</i>			

3.4 食中毒原因菌遺伝子の存在調査

農業用水、農薬溶液および収穫果実のリアルタイム LAMP 反応の結果から、すべてのサンプルで食中毒原因菌 (verotoxin-producing *Escherichia coli*、*Salmonella*、*Listeria monocytogenes*) は陰性を示した (データ省略)。

4. 考察

対象圃場において農業用水として使用された水源の微生物汚染度を比較すると、カキ圃場およびウンシュウミカン圃場で使用された谷の湧水よりも、ウメ圃場で使用された河川水の方がいずれの微生物数も 1 log 程度高い値を示した。カキ果実から検出された微生物種のうち、農業用水からの移行推定菌が 4 分の 1 以上を占めていたのに対し、ウメ果実では 1 菌種のみが移行菌と推定された。このように、果実により農業用水からの汚染度が異なる理由として、収穫方法と散布から収穫までの期間の違いが挙げられる。収穫方法に関して、ウメ圃場では地面の上に収穫用ネットを張り、落下した果実を収穫するため、主な微生物汚染源は土壌または草であるとされる⁽⁸⁾。また、散布から収穫までの期間に関しては、ウメ果実のように期間が長いほど果実に付着の微生物は日光、乾燥および温度などの環境ストレスを受け、その生存数は減ることになる。以上より、果実の種類と栽培環境によっては、農業用水が主要な汚染源ともなり得ることから、農業用水の微生物汚染度は低いほうが望ましい。Valasco ら⁽¹⁴⁾の報告では、収穫前に *Salmonella enterica* に汚染された殺虫剤をトマトに散布すると、収穫後の食中毒のリスクが上昇することから、農薬調製時における適切な水源の使用を推奨している。このように、農業用水に農薬を溶解することで微生物汚染度が増加し、それによる青果物への汚染も懸念される⁽¹⁵⁾⁽¹⁶⁾。本研究では、いずれの圃場でも農薬溶解後の微生物種数は減少したものの、カキ圃場およびウメ圃場において農業用水に農薬を溶解することで微生物数が最大で 100 倍近く増加した。一般に、農薬には有効成分に加えて乳化剤、分散剤および糖などが含まれており、数種農薬を混合して使用するほか、補助剤または液肥を混合する場合がある。このような農薬主成分以外の不活性補助剤が、微生物の増殖に寄与すると考えられている⁽⁵⁾。本研究で、農薬溶液から果実に移行したと推定される微生物は 3 菌種であり、農業用水の 9 菌種に比べて少ないが、農薬成分が微生物増殖に影響を及ぼす可能性は十分にあり、今後の青果物の栽培環境中の微生物的安全性の確保には、どの成分がどのような微生物の増殖に寄与したかを個々に検討していく必要がある。

5. 結論

農業用水および農薬溶液がすべての果実において主要な汚染源とは判断されなかったが、農業用水の水源に関係なく、使用した農薬の種類により農薬溶液中の微生物数の増加が確認され、農薬成分が微生物増殖に影響することが示唆された。調査した果実圃場の農業用水、農薬溶液および果実において、食中毒原因菌は陰性を示し、農業用水および農薬を介した微生物危害のリスクは存在しないことが確認された。

6. 参考文献

- (1) Beuchat, L. R. (1996) Pathogenic microorganisms associated with fresh produce. *J. Food Prot.* 59, 04–216.
- (2) Steele, M., Odumeru, J. (2004) Irrigation water as source of foodborne pathogens on fruit and vegetables. *J. Food Prot.* 67, 2839-2849.
- (3) Oluwatosin, A. I., Debuso, L. K., Vanderlinde, M., Buys, E. M. (2011) Irrigation water as a potential preharvest source of bacterial contamination of vegetables. *J. Food Safety.* 31, 452-461.
- (4) Ng, P. J., Fleet, G. H., Heard, G. M. (2004) Pesticides as a source of microbial contamination of salad vegetables. *Int. J. Food Microbial.* 101, 237-250.
- (5) Guan, T. Y., Blank, G., Smond, A. I., Acker, R. V. (2001) Fate of foodborne bacterial pathogens in pesticide products. *J. Sci. Food Agric.* 81, 503-512.

- (6) Izumi, H., Tsukada, Y., Poubol, J., Hisa, K. (2008) On-farm sources of microbial contamination of persimmon fruit in Japan. *J. Food Prot.* 71, 52-59.
- (7) Izumi, H., Poubol, J., Hisa, K., Sera, K. (2008) Potential sources of microbial contamination of satsuma mandarin fruit in Japan, from production through packing shed. *J. Food Prot.* 71, 530-538.
- (8) 村上ゆかり、ウエンダコーン スミトラ、泉 秀実 (2009) 栽培から収穫におけるウメ果実とその環境の微生物汚染状況、防菌防黴 37, 803-812.
- (9) Izumi, H. (1999) Electrolyzed water as a disinfectant for fresh-cut vegetables. *J. Food Sci.* 64, 536-539.
- (10) Poubol, J., Izumi, H. (2005) Shelf life and microbial quality of fresh-cut mango cubes stored in high CO₂ atmospheres. *J. Food Sci.* 70, M69-M74.
- (11) Tang, Y. E., Ellis, N. M., Kopkins, M. K., Smith, D. H., Dodge, D. E., Persing D. H. (1998) Comparison of phenotypic and genotypic techniques for identification of unusual aerobic pathogenic Gram-negative bacilli. *J. Clin. Microbiol.* 36, 3674-3679
- (12) Izumi, H., Morimoto, K., Yamawaki, N., Murakami, Y., Kida, K. (2007) Microbiological evaluation of fruits certified as specially grown gricultural products by an accredited certification agency. *Mem. School. B. O. S. T. Kinki University.* 20, 1-8
- (13) Notomi, T., Okayama, H., Masubuchi, H., Yonekawa, T., Watanabe, K., Amino, N., Hase, T. (2000) Loop-mediated isothermal amplification of DNA. *Nucleic Acids Research.* 28, e63. i -vii.
- (14) Valasco, G. L., Callejas, A. T., Diribsa, D., Wei, P., Suslow, T. V. (2013) Growth of *Salmonella enterica* in foliar pesticide solutions and its survival during field production and postharvest handling of fresh market tomato. *J. Appl. Microbiol.* 114, 1547-1558.
- (15) Mahovic, M., Gu, G., Rideout, S. (2013) Effect of pesticides on the reduction of plant and human pathogenic bacteria in application water. *J. Food Prot.* 76, 719-722.
- (16) Guan, T. Y., Blank, G., Holly, R. A. (2005) Survival of pathogenic bacteria in pesticide solutions and on treated tomato plants. *J. Food Prot.* 68, 296-304

英文抄録

Potential of Agricultural Water and Pesticide Solution as Preharvest Sources of Microbial Contamination for Several Fruits

Kousuke Kitada¹, Keiko Kohmoto², Takashi Ano³ and Hidemi Izumi⁴

Microflora of field environments (agricultural water and pesticide solutions diluted with agricultural water) and several fruits (persimmons, satsuma mandarin, and Japanese apricots) were investigated to determine the potential of the field environment as a preharvest source of microbial contamination for the fruits. With agricultural water, the microbial counts in river water were 1 log higher than those counts in mountain spring water. When pesticide products were dissolved in agricultural water, the microbial counts increased by 2 logs. Seven species of soilborne or phytopathogenic bacteria and molds detected on persimmon fruit harvested 3 days after pesticide application were also found in the agricultural water and pesticide solution, suggesting that the field environment could be a source of preharvest contamination. In comparison there were fewer microbial species found on satsuma mandarin fruit (2 species) and Japanese apricot fruit (1 species) harvested 8 days and 31 days after pesticide application, respectively, that appeared to be transferred from the agricultural water and pesticide solutions. Since foodborne pathogens such as *Salmonella*, verotoxin-producing *Escherichia coli*, and *Listeria monocytogenes* were not detected in any of the fruit and environmental samples, it is assumed that there are no microbial food safety hazards resulting from cross-contamination with the environment.

Key words: Orchard, Agricultural Water, Pesticide Solution, Microbial Contamination, Foodborne pathogen, Phytopathogen

-
1. Department of Biotechnological Science, Kinki University Graduate School, Wakayama 649-6493, Japan
(Research institute of environment, agriculture and fisheries, Osaka prefecture, Osaka 583-0862, Japan)
 2. Department of Computational System Biology, Kinki University, Wakayama 649-6493, Japan
 3. Department of Biotechnological Science, Kinki University, Wakayama 649-6493, Japan
 4. Department of Science and Technology on Food Safety, Kinki University, Wakayama 649-6493, Japan

