

平成 23 年度 普及に移す農業技術（第 2 回）

[分類] 普及技術

[成果名] 廃液を出さない高設栽培システム「上部給水吸い戻し方式」はいちご促成栽培に適用できる

[要約] 「上部給水吸い戻し方式」は、底面給水方式と同一のハンモック式ベッド・培地・被覆肥料を用い、培地上部から点滴チューブで給水を行う廃液を出さない高設栽培システムである。慣行のかけ流し方式よりも多収であり、培地の使用年数が進んでも収量の低下が少なく、促成いちご栽培への適用性が高い。

[担当] 野菜花き試験場野菜部、南信農業試験場栽培部

[部会] 野菜花き部会

1 背景・ねらい

長野県のいちご栽培は高設ベンチによる培養液（液肥）のかけ流し方式が主流であるが、給液装置等が高額で、廃液処理も問題となる。このため、廃液を出さない低コストな高設栽培システムとして底面給水方式が開発され、夏秋どりいちご栽培用として普及に移された（平成18年度、第2回普及技術）。このシステムを改良するとともに、促成いちご栽培への適用性を検討したところ、良好な結果が得られたので、普及技術とした。

2 成果の内容・特徴

- (1) 「上部給水吸い戻し方式」は、給水マットと防根シートを組み合わせたハンモック構造のベッドに、被覆肥料を混合した有機培地を充填し、培地上部から点滴チューブで給水を行う高設栽培システムである。余剰水はベッド下に設置したC鋼にたまり、毛細管現象により吸い戻して再利用されるため、廃液が発生しない。
- (2) 本方式で使用するハンモック式ベッドの基本構造は底面給水方式と同一であるが、C鋼の貯水量を制御する装置（電磁弁・水位センサー等）が不要なため、より簡易で安価なシステムである（底面給水システムについては、平成18年度第2回普及技術「廃液を出さず培地温度を下げられる底面給水高設栽培システムは夏秋いちご栽培に適する」を参照）。
- (3) 使用する培地と被覆肥料は底面給水方式と同一のものでよい。具体的には以下のとおり。
培地：ピートモス等が主体で、毛細管現象により培地中の水分が適度に保持されるような有機培地が適する。
肥料：微量要素入り被覆肥料のエコロングトータル313-180日タイプ（13-11-13）を用いる。施用量は、1年目培地では窒素成分で株当たり2.5g～3.0g程度、2年目以降は窒素成分で株当たり2.0g～2.5g程度とし、定植直前、培地全体に混合する。また、肥料を培地に混合するとき、苦土石灰も現物で6～7g/株、施用する。
- (4) かん水は1日1～2回、1回につき3～7分行う。目安として、常にC鋼に水が1～2cm程度たまっている状態を保つようにする。
- (5) 「上部給水吸い戻し方式」は慣行のかけ流し方式よりも多収であり、培地の使用年数が進んでも収量の低下が少ない。
- (6) かけ流し方式に比べ収穫開始期までの生育が旺盛になり、このことが多収につながると考えられる。

3 利用上の留意点

- (1) 培地はトマツいちご高設培土（トマツ）を用いた、培地使用年数4年目までの試験結果である。
- (2) 本システムの設置に際しては、ベッドを水平に設置する必要がある。
- (3) 2年目以降の培地は、一般的なかけ流し高設栽培と同様に毎年ほぐして使用する。
- (4) 高設ベンチ・給水マットの寸法、設置に必要な資材・経費については、平成18年度第2回普及技術「廃液を出さず培地温度を下げられる底面給水高設栽培システムは夏秋いちご栽培に適する」を参照する。

4 対象範囲

県下全域

5 具体的データ

(1) 上部給水吸い戻し方式の促成栽培への適用性の検討

廃液を出さない高設栽培システムとして、上部給水吸い戻し方式と底面給水方式について検討した。

平成 20～21 年作、平成 21～22 年作ともに、上部給水吸い戻し方式・底面給水方式の収量は、かけ流し方式の収量を上回り、両方式の促成いちご栽培への適用性が認められた(表 1)。

培地年数ごとの比較では、上部給水吸い戻し方式、底面給水方式ともに、2 年目以降の培地の収量は 1 年目培地より低かった。ただし、収量の低下度合いは上部給水吸い戻し方式の方が小さかった。また、1 年目培地では、両方式間に明確な収量差は認められなかったが、2 年目以降の培地では上部給水吸い戻し方式の収量が底面給水方式を上回り、特に 3 年目培地における両者の差が大きかった。このため、上部給水吸い戻し方式は培地の使用年数が進んでも安定した収量が得られると考えられた(表 2)。

施肥量の比較では、いずれの培地年数においても、施肥量間に明確な差は認められなかった(表 3)。

平成 20～21 年作および平成 21～22 年作の結果を受け、次年度は上部給水吸い戻し方式に絞って検討することとした。

表 1 栽培システムの違いが促成いちご「章姫」の収穫量に与える影響

(平成 20 年、21 年、南信農業試験場)

年次	システム	上物収量 ²		総収量 ²		上物	上物	同左対 かけ流し 比
		果数 個	重量 g	果数 個	重量 g	1 果重 g	単収 kg/a	
H20 年～ H21 年作	上部給水吸い戻し	424	7,597	492	8,323	17.9	562	216
	底面給水	409	7,456	489	8,419	18.3	552	212
	かけ流し	227	3,508	270	3,836	15.5	260	100
H21 年～ H22 年作	上部給水吸い戻し	290	4,203	400	5,330	14.5	311	129
	底面給水	300	3,825	460	5,086	12.8	283	117
	かけ流し	222	3,262	321	4,121	14.7	241	100

²10 株当たりの収量 ¹6 g 以上の正常果

試験場所：南信農業試験場内パイプハウス（高森町、標高 560m） 供試品種：「章姫」、区制：1 区 10 株、2 反復
定植日：9 月 20 日（H20）、9 月 19 日（H21）、収穫期間：11 月 17 日～6 月 1 日（H20）、11 月 16 日～5 月 3 日（H21）

栽植密度：ベッド間隔 135cm、株間 20cm、2 条千鳥植え（740 株/a）

炭酸苦土石灰施用日・施用量：9 月 19 日・現物で 6.8 g/株（H20）、9 月 17 日・現物で 6.0 g/株（H21）

耕種概要：定植苗は、7 月下旬に採苗した子株を 35 穴セル成型トレイ（すくすくトレイ）へ挿して育苗した苗を用いた。

「上部給水吸い戻し方式」は、底面給水と同じベッド構造とし、給水を上部から点滴チューブで行う方法とした。

両者の肥料は、微量元素入り被覆肥料のエコロングトータル 313-180 日タイプ（13-11-13）を用い、施肥量は窒素成分で株当たり 3.0 g とした。

「底面給水方式」は、防根シートと給水マットを組み合わせたハンモック式のシートベッド下部に吸水部を設け、小型フロート水位センサーと電磁弁によりベッド下部の C 鋼内に常時貯水するよう自動給水した。

「かけ流し方式」は、成型された発泡スチロールベッド（トライアンペリー）を用い、養液土耕栽培装置（大塚アグリテクノ）より点滴チューブで上部から給液した。肥料は大塚化学の養液土耕 6 号（13.5-10-20）を希釈し EC 0.5～0.7 の範囲で給液した。

培地はピートモス主体の有機培地（トマツいちご高設培土）の 1 年目（新品）を用い、培地量は 1 株当たり 2.5 L とした。

培地加温は、両試験区ともベッド底部に温湯管を配管して、タンク内で 15℃ に加温した温湯を常時流して行った。

表2 培地使用年数が促成いちご「章姫」の収穫量に与える影響

(平成20年、21年、南信農業試験場)

年次	試験区		上物収量 ^z		総収量 ^z		上物	上物	同左対	
	培地年数	システム	果数 個	重量 g	果数 個	重量 g	1果重 g	単収 kg/a	1年目 培地比	底面給水 比
H20年～ H21年作	1年目	上部給水	424	7,597	492	8,323	17.9	562	100	102
	2年目	吸い戻し	369	6,261	452	7,063	17.0	463	82	127
	1年目	底面給水	409	7,456	489	8,419	18.3	552	100	100
	2年目		293	4,951	383	5,942	16.9	366	66	100
H21年～ H22年作	1年目	上部給水 吸い戻し	290	4,203	400	5,330	14.5	311	100	110
	2年目		269	3,373	379	4,237	12.6	250	80	119
	3年目	底面給水	254	3,523	377	4,378	13.9	261	84	152
	1年目		300	3,825	460	5,086	12.8	283	100	100
	2年目		239	2,834	370	3,701	11.9	210	74	100
	3年目	204	2,331	366	3,386	11.4	172	61	100	

^z10株当たりの収量 ^y6g以上の正常果

施肥量は、1年目培地が窒素成分で株当たり3.0g、2年目以降は2.5gとした。それ以外はすべて表1と同様。

表3 上部給水吸い戻し方式における培地年数に応じた適正施肥量の検討

(平成20年、21年、南信農業試験場)

年次	試験区		上物収量 ^z		総収量 ^z		上物	上物
	培地年数	N施肥量 g/株	果数 個	重量 g	果数 個	重量 g	1果重 g	単収 kg/a
H20年～ H21年作	1年目	2.5	404	7,260	445	7,676	18.0	537
		3.0	424	7,597	492	8,323	17.9	562
	2年目	2.0	355	6,042	424	6,759	17.0	447
		2.5	369	6,261	452	7,063	17.0	463
H21年～ H22年作	1年目	2.5	292	4,433	427	5,706	15.2	328
		3.0	290	4,203	400	5,330	14.5	311
	2年目	2.0	244	3,220	363	4,152	13.2	238
		2.5	269	3,373	379	4,237	12.6	250
	3年目	2.0	270	3,589	364	4,401	13.3	266
		2.5	254	3,523	377	4,378	13.9	261

^z10株当たりの収量 ^y6g以上の正常果

試験場所、耕種概要等はすべて表1と同様。

平成 22～23 年作の検討でも、いずれの培地使用年数においても上部給水吸い戻し方式の収量はかけ流し方式を上回った。特に、3 年目培地で両者の差は大きかった。上部給水吸い戻し方式では、4 年目培地でも 3 年目培地と同等以上の収量が得られた。施肥量の比較では、1～4 年目までのいずれの培地でも、上物収量に明確な差は認められなかった（表 4）。

表 4 システム・培地年数・施肥量が促成いちご「章姫」の収穫量に与える影響

（平成 22 年、野菜花き試験場）

システム	試験区		上物収量 ^{ZY}		総収量 ^Z		上物	上物	同左対
	培地年数	N 施肥量 g/株	果数 個	重量 g	果数 個	重量 g	1 果重 g	単収 kg/a	かけ流し比
上部給水 吸い戻し	1 年目	2.5	359	5,756	437	6,460	16.0	480	129
		3.0	359	5,859	454	6,836	16.3	488	131
	2 年目	2.0	317	5,257	403	6,026	16.6	438	121
		2.5	324	5,196	413	5,999	16.1	433	119
	3 年目	2.0	311	4,960	399	5,727	16.0	413	180
		2.5	295	4,575	391	5,428	15.6	381	166
4 年目	2.0	300	4,991	373	5,673	16.6	416	-	
	2.5	303	4,841	397	5,597	16.0	403	-	
かけ流し	1 年目	-	284	4,475	329	4,824	15.8	373	100
	2 年目	-	283	4,360	332	4,747	15.5	363	100
	3 年目	-	188	2,748	242	3,130	14.6	229	100

^Z10 株当たりの収量 ^Y6 g 以上の正常果

試験場所：野菜花き試験場内鉄骨ハウス（塩尻市宗賀、標高 750m）

供試品種：「章姫」 区制：1 区 10 株、2 反復 定植日：10 月 1 日 収穫期間：1 月 9 日～5 月 30 日

栽植密度：ベッド間隔 120cm、株間 20cm、2 条千鳥植え（833 株/a）

耕種概要：表 1 と同様。ただし、「上部給水吸い戻し」区における肥料・炭酸苦土石灰の施用日は 9 月 30 日。

また、かけ流し区のベッドも、ハンモック式シートベンチとした。各ベッドとも培地加温なし。

摘果：頂果房 10 果、第 1 腋果房 7 果、第 2 腋果房以降 5 果にそれぞれ摘果。

また、これまでの「章姫」に加え、「紅ほっぺ」でも検討したところ、上部給水吸い戻し方式の上物収量は、いずれの施肥量でもかけ流し方式を上回った。「紅ほっぺ」は「章姫」と比較すると、上物収穫個数は少なかったが、上物 1 果重は重く、上物重量では「章姫」と同等以上が得られた。このため、本システムは「紅ほっぺ」にも適用できると考えられた（表 5）。

表 5 システム・施肥量が促成いちご「紅ほっぺ」の収穫量に与える影響

（平成 22 年、野菜花き試験場）

システム	試験区		上物収量 ^{ZY}		総収量 ^Z		上物	上物	同左対
	N 施肥量 g/株	果数 個	重量 g	果数 個	重量 g	1 果重 g	単収 kg/a	かけ流し比	
上部給水	2.5	317	6,310	379	6,870	19.9	526	128	
吸い戻し	3.0	301	5,910	395	6,829	19.7	492	120	
かけ流し	-	277	4,933	333	5,524	17.8	411	100	

^Z10 株当たりの収量 ^Y6 g 以上の正常果 試験場所：野菜花き試験場内鉄骨ハウス（塩尻市宗賀、標高 750m）

供試品種：「紅ほっぺ」 区制・耕種概要等は表 2 と同様

培地は上部給水吸い戻し方式が 1 年目「トマツいちご高設培土」、かけ流し方式が 2 年目「ジャット培土」（活活培土 3 号）

月別上物重量の比較では、1 月～3 月までの収量にはシステム間に大きな違いは認められなかった。一方、4 月・5 月の収量は上部給水吸い戻し方式がかけ流し方式を上回り、合計収量の差は、主としてこの時期の収量差によるものと考えられた。品種別では、「章姫」「紅ほっぺ」とも同様の傾向であった（図 1）。

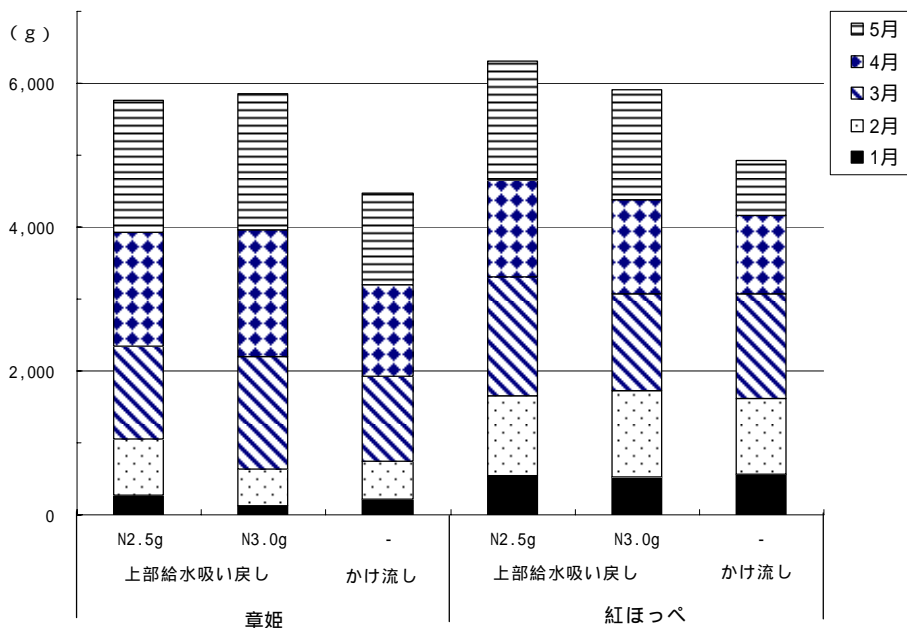


図1 月別上物重量推移 (平成22年、野菜花き試験場)

試験場所：野菜花き試験場内鉄骨ハウス(塩尻市宗賀、標高750m)

区制・耕種概要等は表2、表3と同様 供試品種：「章姫」「紅ほっぺ」

「章姫」の収量は表2の培地年数1年目のもの、「紅ほっぺ」の収量は表3のもの

以上、3作の試験結果から、上部給水吸い戻し方式は、慣行のかけ流し方式よりも収量性に優れ、かけ流し方式や底面給水方式に比べ、培地の使用年数が進んでも収量の低下度合いが少ないことから、促成いちご栽培に対する適用性が認められた。また、施肥量に関しては、1年目培地では窒素成分で株当たり2.5g~3.0g程度、2年目以降は窒素成分で株当たり2.0g~2.5g程度施用するのがよいと考えられた。

(2) 苦土石灰の施用効果

苦土石灰の施用効果を検討したところ、システム・培地年数に関わらず、上物果数・重量・1果重いずれも苦土石灰の施用「あり」の方が「なし」を上回る傾向であった(表6)。このため、上部給水吸い戻し方式では、肥料とともに苦土石灰も施用するのがよいと考えられた。

表6 苦土石灰施用が促成いちごの収穫量に与える影響 (平成20年、南信農業試験場)

給液方式	試験区		上物収量		総収量		上物 1果重 g	上物 単収 kg/a	同左対 苦土石灰 なし比
	培地 年数	苦土 石灰	果数 個	重量 g	果数 個	重量 g			
上部給水 吸い戻し	1年目	あり	424	7,597	492	8,323	17.9	562	108
		なし	400	7,021	459	7,605	17.6	520	100
	2年目	あり	355	6,042	424	6,759	17.0	447	113
		なし	322	5,350	375	5,799	16.6	396	100
底面給水	1年目	あり	409	7,456	489	8,419	18.3	552	104
		なし	398	7,190	490	8,255	18.1	532	100
	2年目	あり	297	5,189	362	5,922	17.5	384	117
		なし	263	4,432	364	5,466	16.8	328	100

²10株当たりの収量 ³6g以上の正常果 試験場所：南信農業試験場内パイプハウス(高森町、標高560m)
 供試品種：「章姫」 区制：1区10株、2反復 定植日：9月20日 収穫期間：11月14日~6月1日
 耕種概要：表1と同様 苦土石灰「あり」区は定植前日に炭酸苦土石灰を現物で6.8g/株、培地と混和施用。
 肥料は、エコロングトータル313-180日タイプ(13-11-13)をN成分で3.0g/株、定植前日に培地と混和施用。

(3) システムの違いが初期生育に与える影響

平成 20～21 年作における収穫開始期の生育は、1 年目培地間の比較では、上部給水吸い戻し方式および底面給水方式の株は、かけ流し方式の株に比べ、生育旺盛で葉色が濃かった。培地年数の比較では、2 年目培地の生育は 1 年目培地に比べ小さかった。平成 21～22 年作においても同様の傾向が認められた。また、上部給水吸い戻し方式におけるチップバーンの発生は、底面給水方式と比較し少なかった(表 7)。

表 7 収穫開始期の生育 (平成 20 年、平成 21 年、南信農業試験場)

年次	試験区		草高 cm	葉柄長 cm	小葉の大きさ ^z		葉色 ^y	チップバーン 発生葉数 枚/株	
	システム	培地 年数			N 施肥量 g/株	葉身長 cm			葉幅 cm
H20 年～ H21 年作	上部給水 吸い戻し	1 年目	2.5	22.7	14.1	11.7	8.7	54.9	-
			3.0	22.5	14.7	11.1	8.3	55.6	-
		2 年目	2.0	18.0	11.7	10.2	7.9	57.2	-
			2.5	19.4	12.8	10.3	7.9	57.6	-
	底面給水	1 年目	2.5	23.5	15.1	11.8	8.9	53.4	-
			3.0	24.0	15.3	11.9	8.8	54.1	-
		2 年目	2.0	17.6	11.6	10.2	7.8	55.3	-
			2.5	18.4	11.6	10.4	8.1	56.5	-
	かけ流し	1 年目	-	19.8	12.4	10.9	8.4	52.4	-
	H21 年～ H22 年作	上部給水 吸い戻し	1 年目	2.5	16.0	10.2	9.6	7.6	59.7
			3.0	16.8	10.4	10.1	7.8	59.3	0.0
		2 年目	2.0	14.7	9.2	9.0	6.8	61.5	0.1
			2.5	13.8	9.0	9.1	7.0	61.2	0.1
		3 年目	2.0	13.5	8.5	8.7	6.9	60.2	0.0
			2.5	13.2	8.1	8.8	7.0	59.9	0.1
底面給水		1 年目	2.5	16.5	10.4	9.8	7.5	57.1	0.7
			3.0	16.8	9.9	9.4	7.1	58.5	1.0
		2 年目	2.0	13.1	8.6	8.8	6.8	60.6	0.3
			2.5	13.6	8.3	8.8	6.7	60.1	0.7
かけ流し (対照)	1 年目	-	12.3	8.3	8.6	7.1	53.5	0.0	
	2 年目	-	11.3	7.8	8.1	6.9	54.4	0.0	

^z新展開葉から 3 番目の小葉を測定 ^yMINOLTA 葉緑素計 SPAD-502 による測定値 値は調査 10 株 × 2 反復の平均
試験設計・耕種概要等はすべて表 1 と同様。 調査日：11 月 21 日(平成 20 年)、11 月 19 日(平成 21 年)

収穫開始期の生育量と上物収量との関係について検討したところ、草高・葉柄長・葉身長・葉幅は、それぞれ上物重量と高い正の相関を示した。草高・葉柄長・葉身長はそれぞれ、上物果数と正の相関を示したが、上物 1 果重との間に相関は認められなかった。葉色と上物重量との間に相関は認められなかったが、上物果数との間には弱い正の相関を示した(表 8)。

表 8 収穫開始期の生育と上物収量との相関 (平成 21 年、南信農業試験場)

項目	上物収量		
	果数	1 果重	重量
草高	0.77***	0.20ns	0.76***
葉柄長	0.73***	0.29ns	0.76***
葉身長	0.79***	0.31ns	0.81***
葉幅	0.59**	0.67***	0.77***
葉色	0.41*	-0.31ns	0.25ns

値はピアソンの相関係数
***, **, *, ns はそれぞれ P<0.001, P<0.01, P<0.05, P 0.05 を示す
平成 21 年～22 年の収量および生育データ

(4) システムと培地温度

生育初期の培地温度を比較すると、上部給水吸い戻し方式の培地温度の最高・最低・平均・積算は、いずれもかけ流し方式よりも高かった。一方、厳冬期の培地温度については、システムの違いによる明確な差は認められなかった(表9)。既存の底面給水方式においては、気化熱により夏期の培地温度が低下することが判明している。一方、秋期は水の比熱が高いことで、逆に培地の保温効果をもたらしていると考えられ、このことが、上部給水吸い戻し方式の初期生育が旺盛なことに関連していると考えられた。

表9 生育初期および厳冬期の培地温度 (平成23年、野菜花き試験場)

		10/01~11/15				12/10~2/10			
		最高	最低	平均	積算 日・温度	最高	最低	平均	積算 日・温度
培地 温度	上部給水吸い戻し	20.1	7.5	14.6	693	17.5	6.4	11.0	647
	かけ流し	19.6	6.3	14.0	664	17.9	6.0	11.0	650
かけ流しとの差		+0.5	+1.2	+0.6	+29	-0.4	+0.4	0	-3

おんどとり TR72-Ui (T&D) による測定値 値は測定2箇所
積算は、日平均培地温度の積算、培地温度の測定部位:培地表面から10cm

(5) システムの違いが果実品質に与える影響

糖度・酸度を比較すると、「章姫」では上部給水吸い戻し方式の方が糖度は高く、酸度は低く、糖酸比が高くなった。「紅ほっぺ」では糖度に差はなかったが、酸度は章姫同様、上部給水吸い戻し方式の方が低かった(表10)。このため、上部給水吸い戻し方式の果実の食味が、慣行のかけ流し方式より劣ることはないと考えられた。

表10 システムの違いが果実の糖酸度に与える影響 (平成23年、野菜花き試験場)

品種	試験区 システム	糖度 A	酸度 B	糖酸比
		Brix(%)	%	A/B
章姫	上部給水吸い戻し	10.4	0.40	26.3
	かけ流し	9.6	0.55	17.6
t検定 ²		***	*	*
紅ほっぺ	上部給水吸い戻し	10.0	0.70	14.3
	かけ流し	10.3	0.81	12.8
t検定 ²		ns	*	ns

²***、*は有意差あり (P<0.001、P<0.05)、nsはP=0.05

酸度はNaOH滴定によるクエン酸換算値

1 試料当たり3果×3反復、調査日:1月21日

6 特記事項

[公開] 制限無し。

[課題名、研究期間、予算区分]

- ・野菜の栽培技術に関する素材開発研究(野花試)、平成22~23年度(2010~2011年度)、県単素材開発
- ・野菜・花き栽培に関する素材開発研究(南信試)、平成20~21年度(2008~2009年度)、県単素材開発