

3 「スギ大径材から得られる心去り構造材」調査結果

3. 1 全体報告

3. 1. 1 目的

戦後植栽された全国のスギ人工林資源は充実し、現在、大径材（末口直径 30 c m 上）の流通が市場で散見されるようになった。全国で南に位置する宮崎県は、市場流通材の 2 割強を大径材が占める状況にある。このことから、今後は、市場流通材に占める大径材の割合が全国で高まっていくことが予想される。

一方、大径材の利用状況を見ると、「心去り材は心持ち材よりも材質的に劣る」といった使い手側の意識が強く、構造材としての利用が進まないことから、主として板材としての利用にとどまっている。中でも A 材に区分される大径材は、1 番玉から心去り梁・桁等の複数の製品を得ることができるが、需要が少なく、原木価格低迷の要因となっている。

このようなことから、大径材から得られる心去り材の性能検証の必要性が叫ばれるようになり、宮崎県では数年前から性能検証に係る取組を実施してきた。強度性能の検証結果を見ると、心持ち材と同等の性能を持つことが確認されている。

しかし、心去り材が広く全国的に普及するには、この性能検証に係る取組を多くの研究機関で実施し、性能検証結果を広く需用者に認識してもらう必要がある。

このことから、今回、心去り材の全国的普及に向けた一歩とするため、岩手県、長野県、奈良県、大分県、熊本県、鹿児島県の 6 県と共同で心去り材の乾燥性能について、同一条件のもと検証を試みた。

3. 1. 2 取組概要

試験の流れを図 1 に示す。また、各県の試験内容を次のとおりとした。

原木調達（表 1）、木取り（図 2）、製材時及び仕上げ寸法（表 2）、人工乾燥方法（表 3、図 3、図 4）、養生期間（表 4）を決め、各過程における測定をとおして、目標とする品質基準案（表 5）に対する満足度を検証した。

なお、製材方法については、側面定規挽きを基本としたが、中心定規挽きが主流である熊本県では、その方法を採用した。また、修正挽きの有無は各県の判断に委ね、修正挽きを実施した県は奈良県、大分県、熊本県、鹿児島県で、修正挽きを実施しなかった県は岩手県、長野県であった。

次に、養生期間については基本を 10 日間（室内養生）としたが、養生後変動を観測したいとする一部の県では、その期間を変えて検証を行った。

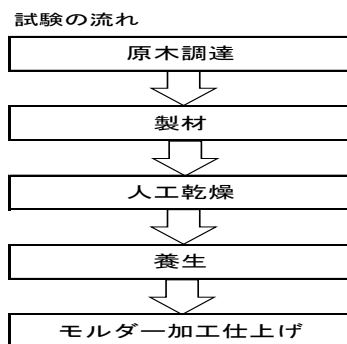


図 1

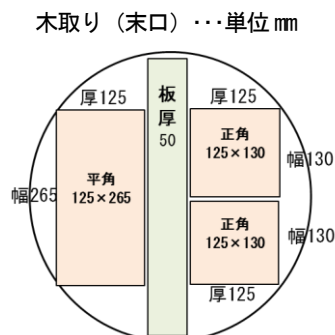


図 2

表1 原木調達

原木調達先	調達本数	原木寸法 (cm)			調達時期
		末口直径	材長	曲がり	
各県産材	30本	42上	410	直材 (A材)	平成27年8月以降
【例】					
県北 県南	(15本) (15本)				

表2 製材寸法及び仕上げ寸法

	本数	製材寸法(mm)			仕上げ寸法(mm)		
		厚	幅	材長	厚	幅	材長
正角材	60	125	130	4000	105	105	3000
平角材	30	125	265	4000	105	240	3000

表3 人工乾燥方法

乾燥方法		蒸気加熱式乾燥機 中温域乾燥
乾燥スケジュール	正角材	乾球温度60～90℃、乾湿球温度差5～25℃、乾燥期間16日
	平角材	乾球温度60～90℃、乾湿球温度差5～30℃、乾燥期間22日

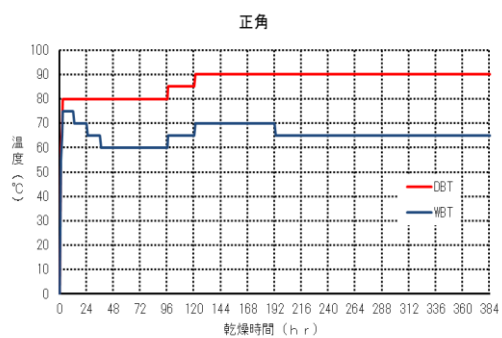


図3

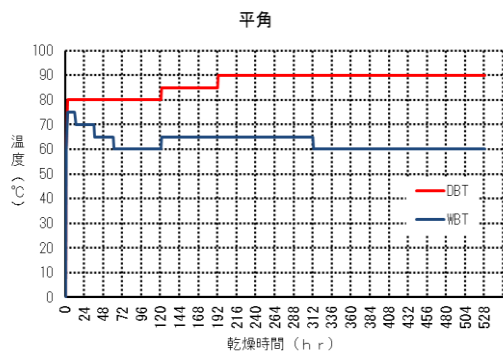


図4

表4 養生期間

	室内養生期間 (日)					
	岩手県	長野県	奈良県	大分県	熊本県	鹿児島県
正角材	10	93	10	10	22	5
平角材	10	20	10	10	14	7

表5 目標とする品質基準(案)

項目	含水率	表面割れ	内部割れ	モルタル加工後の反り(矢高)
正角材	15%未満	ゼロ	ゼロ	1/1000以内
平角材	15%未満	軽微であること	ゼロ	1/1000以内

3. 1. 3 試験結果

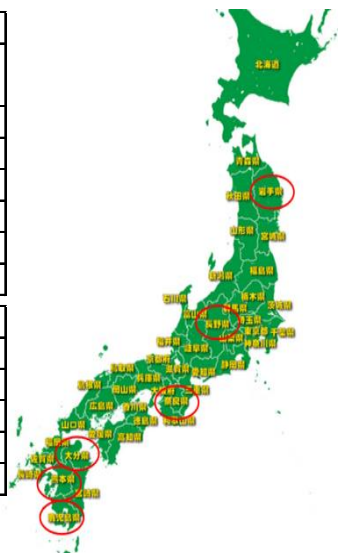
(1) 含水率

表3のスケジュールで実施した人工乾燥後、全乾法で求めた含水率の発生割合を表6に示す。

目標とする品質基準案にある含水率15%未満を満足する発生割合は、いずれの県でも7割以上が含水率15%未満を確保した。中でも、岩手県及び長野県は、正角、平角ともに9割以上が満足する結果となった。

表6 結果（人工乾燥後含水率）

項目	試験本数	県名	含水率区分の発生割合（％）				
			15%未満	15%以上 20%未満	20%以上 25%未満	25%以上 30%未満	30%以上
正角材	60	岩手	97.0	3.0	-	-	-
	61	長野	98.0	2.0	-	-	-
	60	奈良	75.0	6.7	8.3	3.3	6.7
	60	大分	78.3	11.7	8.3	1.7	-
	60	熊本	76.7	8.3	5.0	6.7	3.3
	60	鹿児島	70.0	23.3	3.3	3.3	-
平角材	30	岩手	93.0	7.0	-	-	-
	31	長野	97.0	3.0	-	-	-
	30	奈良	73.3	10.0	3.3	6.7	6.7
	30	大分	70.0	6.7	16.6	6.7	-
	30	熊本	76.7	10.0	3.3	6.7	3.3
	30	鹿児島	70.0	23.3	-	6.7	-



(2) 表面割れ

人工乾燥後及びモルダー加工後の表面割れの発生割合と表面割れ総長さの範囲を表7に示す。

なお、表面割れ総長さの範囲は4材面の合計値とした。

製品となるモルダー加工後の状況を見ると、その発生割合は正角に比べ平角が高く、また、表面割れ総長さについても平角が長くなる傾向を示した。

表7 結果（表面割れ）

項目	試験本数	県名	表面割れの発生割合（％）		表面割れ総長さの範囲（cm）	
			人工乾燥後	モルダー加工後	人工乾燥後	モルダー加工後
正角材	60	岩手	3.0	2.0	10～30	36
	61	長野	3.0	0.0	29～46	0
	60	奈良	40.0	6.7	3～122	2～44
	60	大分	10.8	8.3	4～215	6～290
	60	熊本	18.3	10.7	5～369	6～196
	60	鹿児島	21.7	26.7	2～9	2～104
平角材	30	岩手	90.0	67.0	0～560	0～461
	31	長野	39.0	13.0	3～110	31～248
	30	奈良	100.0	53.3	22～407	2～363
	30	大分	20.0	21.7	7～323	6～316
	30	熊本	56.7	7.1	10～438	95～231
	30	鹿児島	83.3	63.3	4～339	14～331

(3) 木口面の割れ

養生後に含水率試験片を採取するため、材長方向に末口側及び元口側木口から50～60cmの位置で切断し、その際の両木口面に現れた割れについてまとめた結果を表8に示す。

なお、表8にある内部割れの発生割合は、割れ幅0.5mm以上のものを内部割れとした。
内部割れは接合部の強度性能に大きな影響を与えるため、本来、実験的に検証すべきであるが、今回、その関係性まで整理するに至らなかったため、目視のみの評価とした。
表8のとおり、内部割れ発生割合の大小はあるものの、内部割れは全県で認められた。また、正角に比べ平角の内部割れの発生割合が高い傾向にあった。

表8 結果（養生後における含水率試験片採取時の木口面割れ）

項目	試験 本数	県名	木口面割れ本数		木口面割れ長さの総延長		最大割れ幅		内部割れの 発生割合 %
			末口側	元口側	末口側	元口側	末口側	元口側	
			本	本	mm	mm	mm	mm	
正 角 材	60	岩手	3	5	326	401	1.5	4.5	10
	61	長野	5	5	407	318	4.4	1.9	11.5
	60	奈良	2	1	20	6	0.8	0.4	1.7
	60	大分	6	4	316	158	3	3	11.7
	60	熊本	18	24	243	369	2	2.5	18.3
	60	鹿児島	36	40	1,468	1,510	4	8	76.7
平 角 材	30	岩手	7	10	456	548	2.5	4	33
	31	長野	10	9	722	618	2.6	2.7	32.2
	30	奈良	11	9	158	103	1.3	0.4	10
	30	大分	8	8	747	455	4	3	30
	30	熊本	35	12	578	183	5	1.5	46.7
	30	鹿児島	24	24	1,343	909	5	5	93.3

（4）矢高

モルダー加工後の矢高が、仕上げの材長3mに対して1/1,000以内に収まった割合及び仕上がり寸法（正角：105×105mm、平角105×240mm）を確保できた割合を表9にまとめた。

モルダー加工後の矢高が1/1,000以内に収まる割合は、平角に比べ正角が低くなっているが、概ね8割以上が1/1,000以内に収まった。

また、仕上がり規定寸法の確保率は、収縮量と矢高量に影響を受けるが、概ね、正角、平角ともに9割以上を確保できた。

表9 結果（矢高）

項目	試験 本数	県名	モルダー加工後の反り（矢高）	仕上がり
			3mに対して1/1,000以内の発生割合（%）	規定寸法の確保率（%）
正 角 材	60	岩手	90.0	100
	61	長野	100	100
	60	奈良	100	100
	60	大分	95.0	100
	60	熊本	86.7	93.3
	60	鹿児島	75.0	100
平 角 材	30	岩手	97.0	100
	31	長野	87.0	100
	30	奈良	100	100
	30	大分	96.7	96.7
	30	熊本	93.3	93.3
	30	鹿児島	100	100

(5) 目標とする品質基準の満足度

目標とする品質基準の8割を満足した場合を○、満足しなかった場合を×で示した結果を表10に示す。

表10より、目標とする品質基準案の8割を満足するには、今後、地域に合った人工乾燥スケジュールの見直しが必要であると言える。

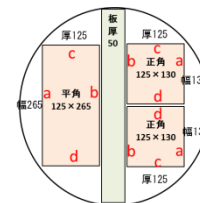
表10 判別（目標とする品質基準の8割を満足した場合○表示、否の場合×表示）

項目	県名	含水率	表面割れ (モルダー後)	内部割れ	モルダー加工後の反り(矢高)
正角材	岩手	○	○	○	○
	長野	○	○	○	○
	奈良	×	○	○	○
	大分	×	○	○	○
	熊本	×	○	○	○
	鹿児島	×	×	×	×
平角材	岩手	○	×	×	○
	長野	○	○	×	○
	奈良	×	×	○	○
	大分	×	×	×	○
	熊本	×	○	×	○
	鹿児島	×	×	×	○

3. 1. 4 考察

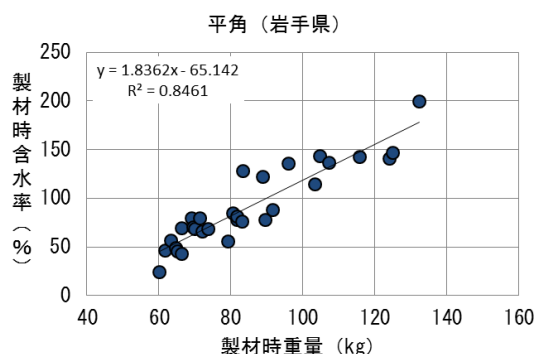
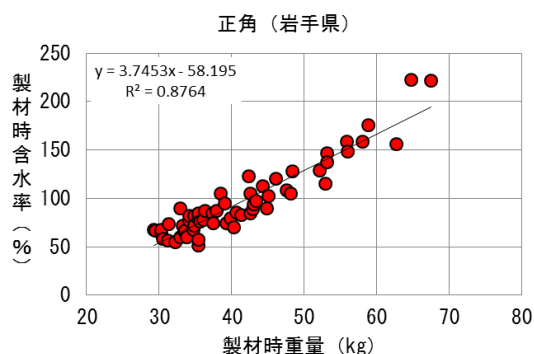
地域特性を把握する目的で、次の項目について整理した。

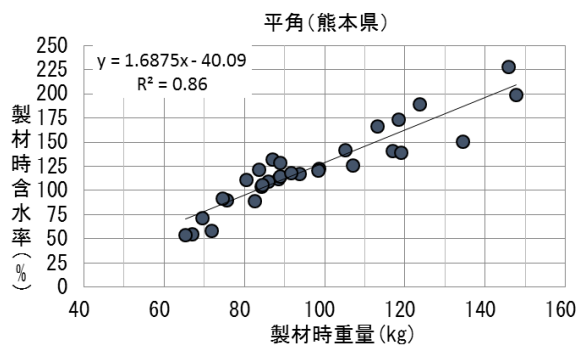
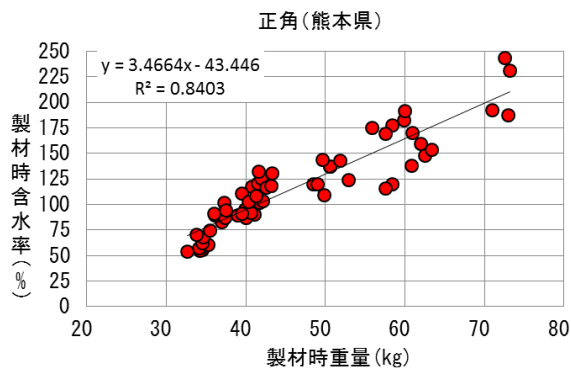
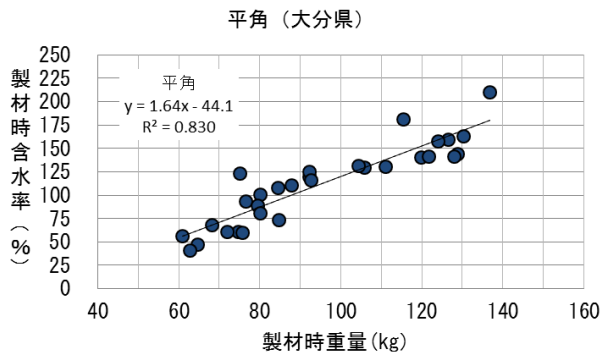
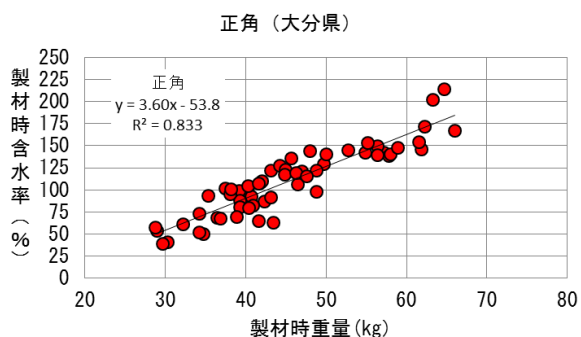
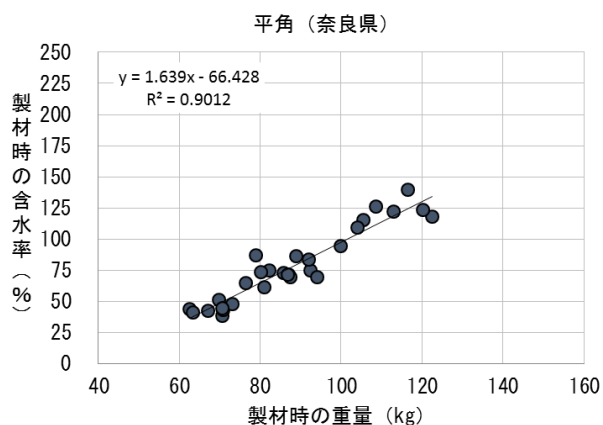
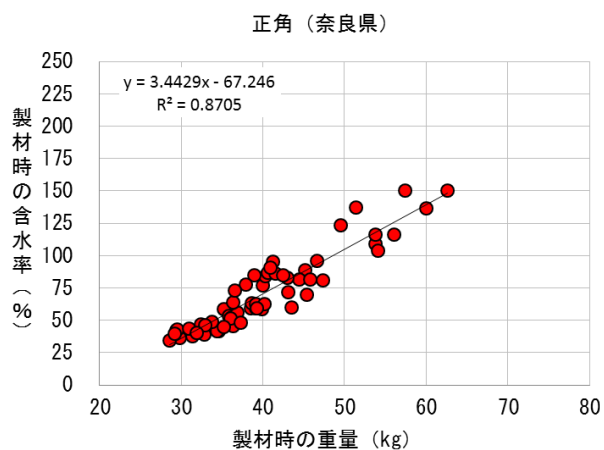
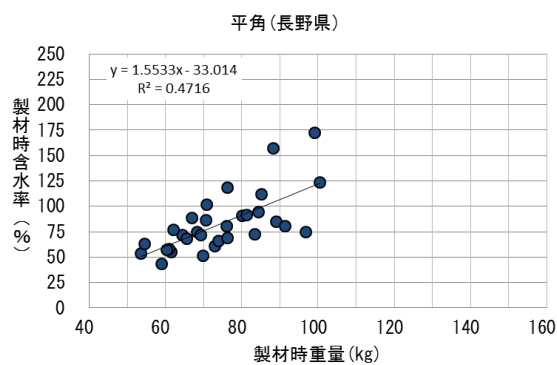
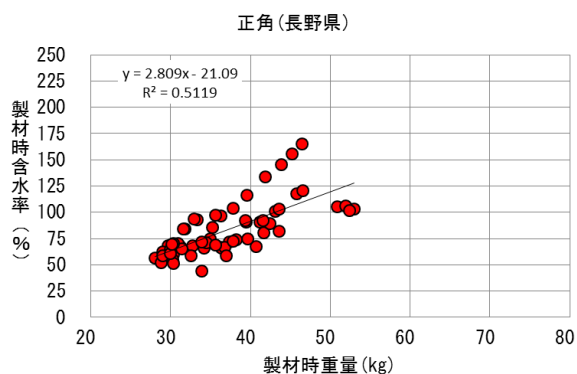
- (1) 製材時の重量と含水率
- (2) 人工乾燥前後の含水率
- (3) 全乾密度
- (4) 人工乾燥後含水率と矢高
- (5) 製材時含水率及び人工乾燥後含水率と収縮量
- (6) 人工乾燥前後含水率と表面割れの有無
- (7) 人工乾燥後含水率と表面割れ総長さ
- (8) 人工乾燥前後含水率と木口面割れの有無
- (9) 人工乾燥後含水率と木口面最大割れ幅
- (10) 人工乾燥後含水率と木口面割れ総長さ



まず、(1) 製材時の重量と含水率との関係を下図に示す。また、製材時重量の中央値及び製材時平均含水率を表11に示す。

全県とも重量と含水率間に相関が認められる中、地域別では、南に位置する九州地方が1本当たりの重量が重く、含水率が高い傾向にあった。





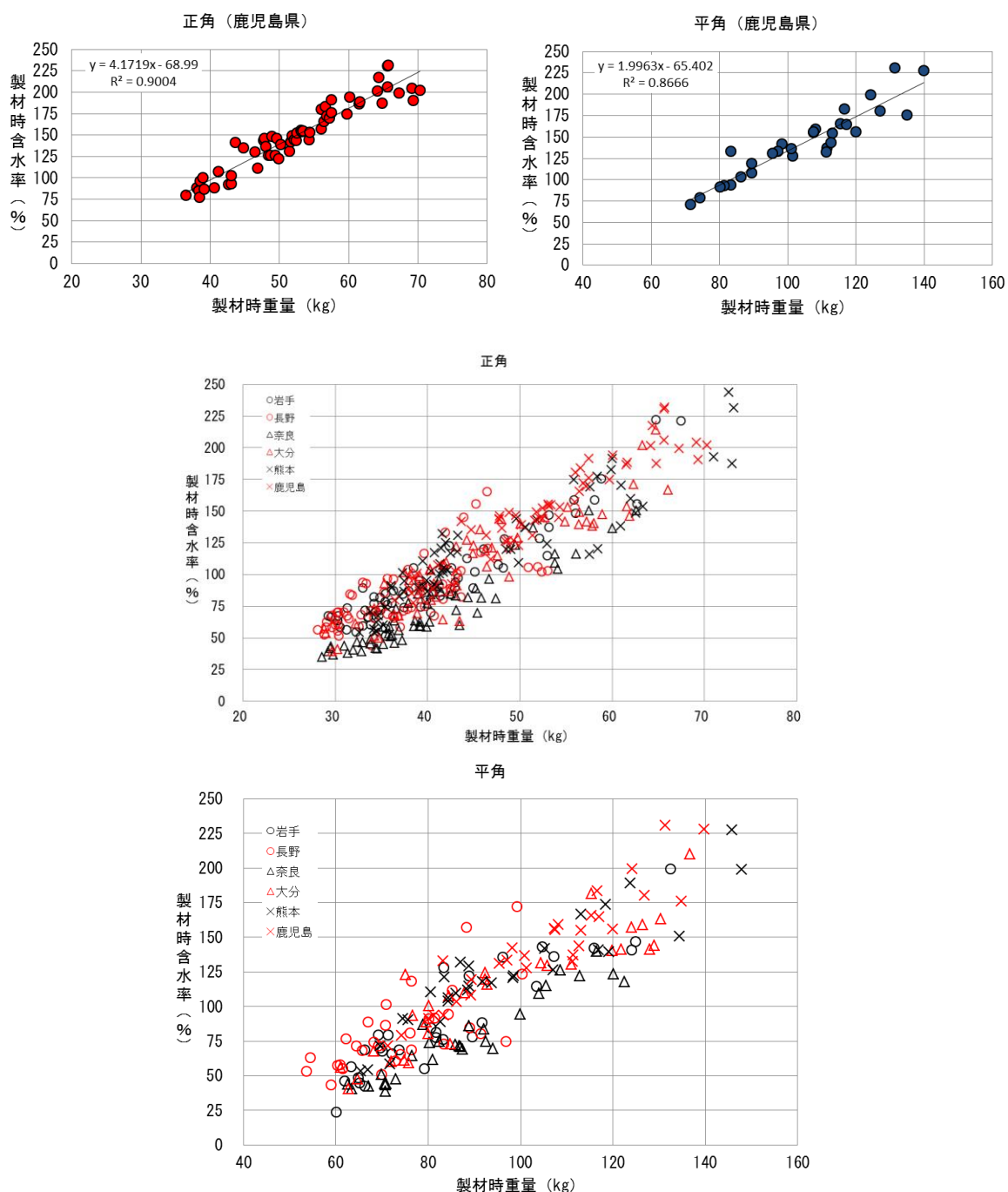


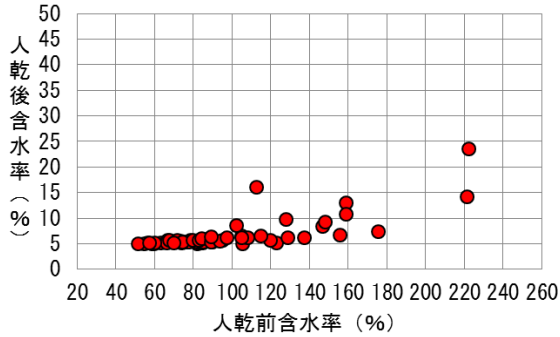
表 11 製材時重量と製材時平均含水率

項目	県名	試験本数	製材時重量 中央値 kg/本	製材時 平均含水率 %
正角材	岩手	60	41	96.3
	長野	61	35	83
	奈良	60	39	71.4
	大分	60	43	109
	熊本	60	42	118.6
	鹿児島	60	52	149.3
正角材	岩手	30	84	90.5
	長野	31	70	82.9
	奈良	30	86	87.4
	大分	30	90	112
	熊本	30	89	122.6
	鹿児島	30	107	142.8

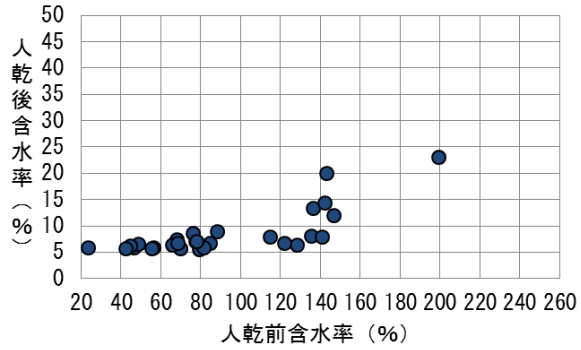
次に、(2) 人工乾燥前後の含水率を下図に示す。

人工乾燥前後の含水率の関係により、人工乾燥前含水率の高いものは含水率が下がりにくい傾向であることが明らかになった。

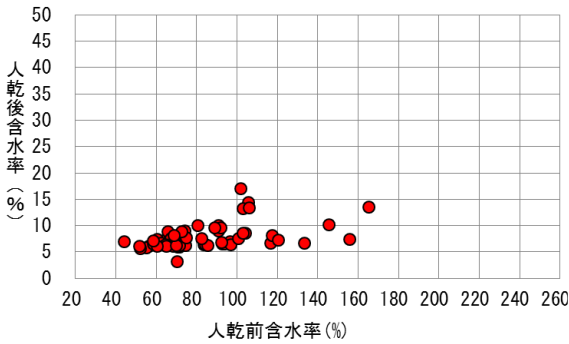
正角（岩手県）



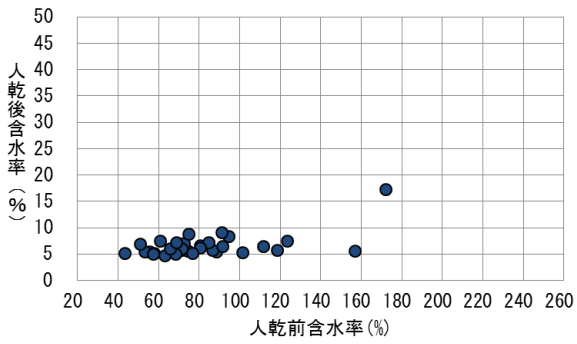
平角（岩手県）



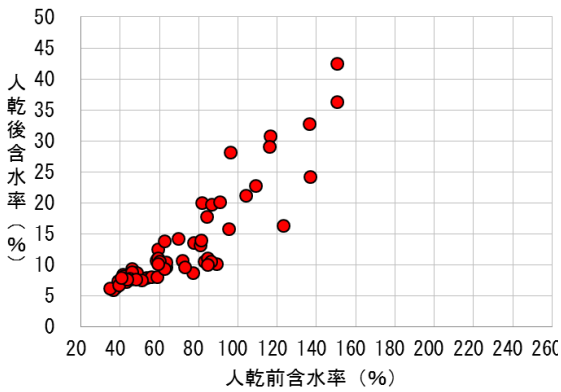
正角（長野県）



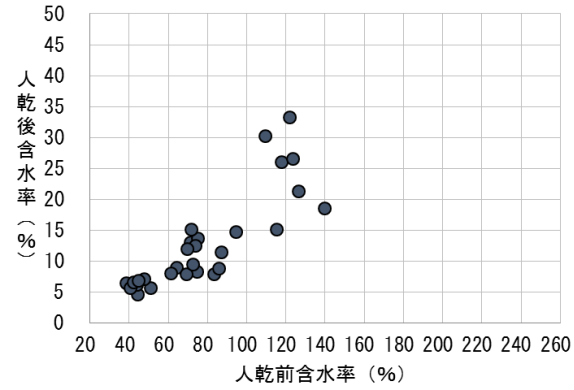
平角（長野県）



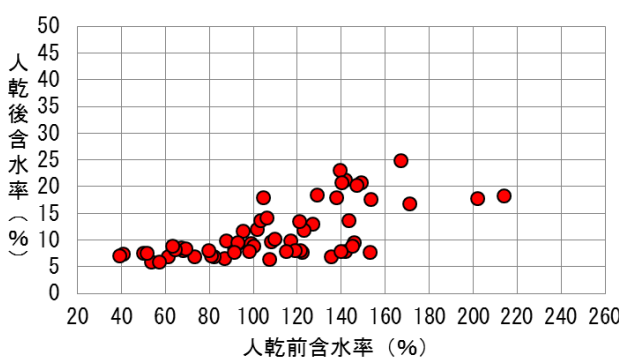
正角（奈良県）



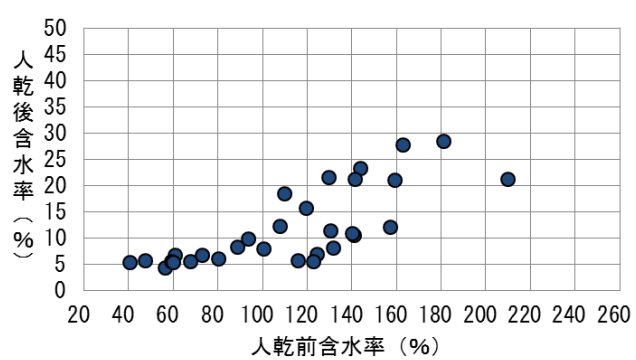
平角（奈良県）

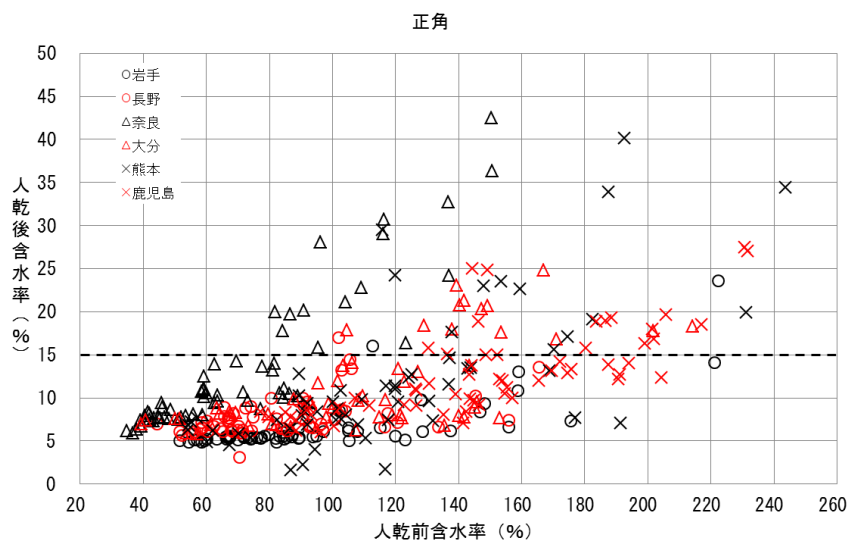
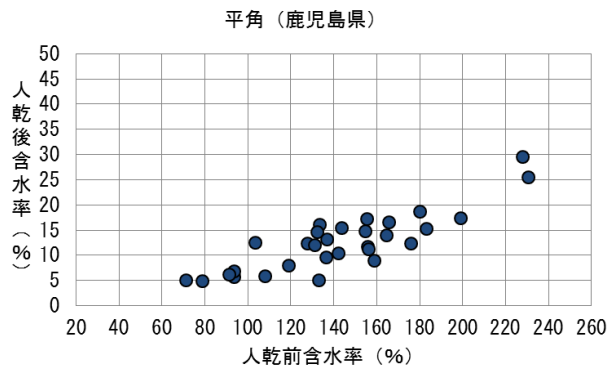
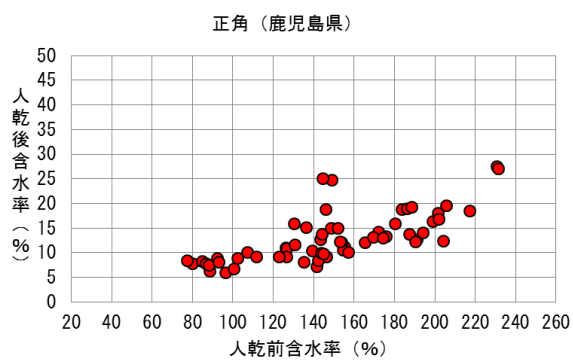
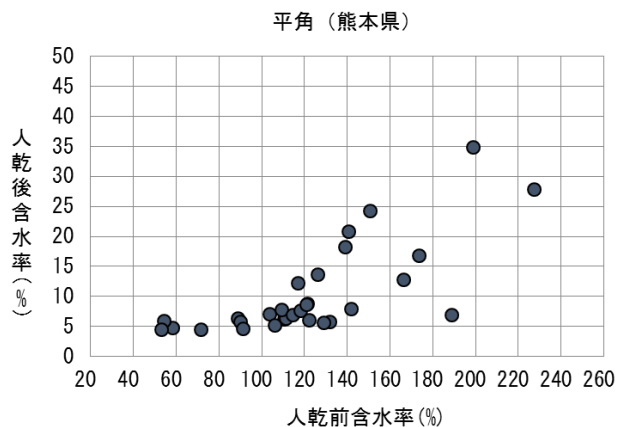
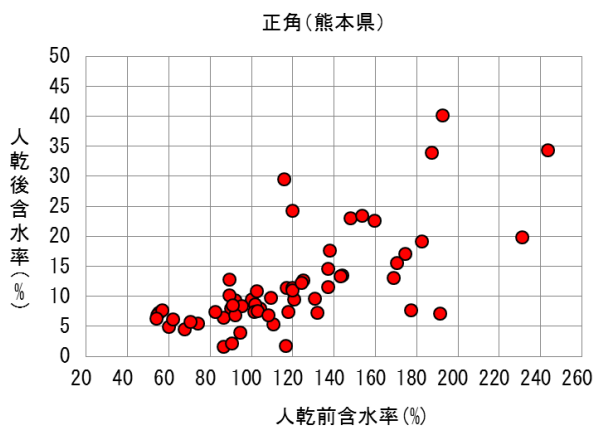


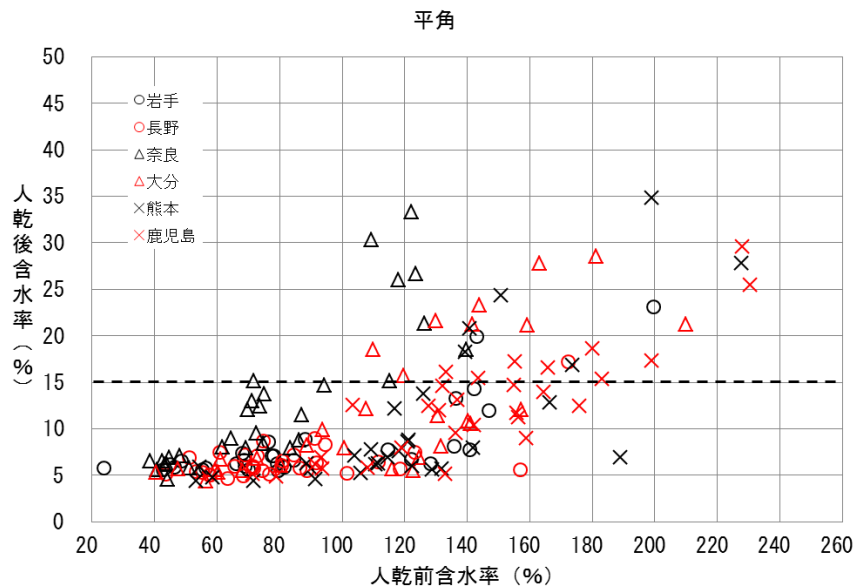
正角（大分県）



平角（大分県）



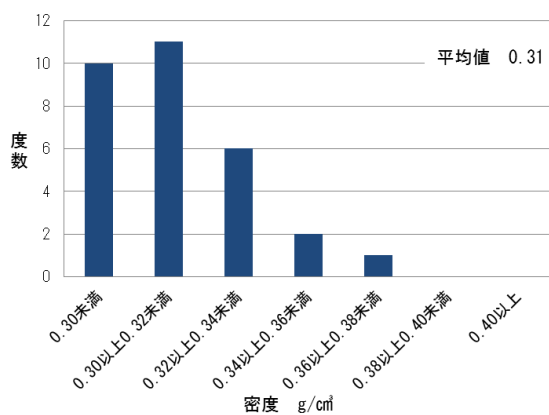




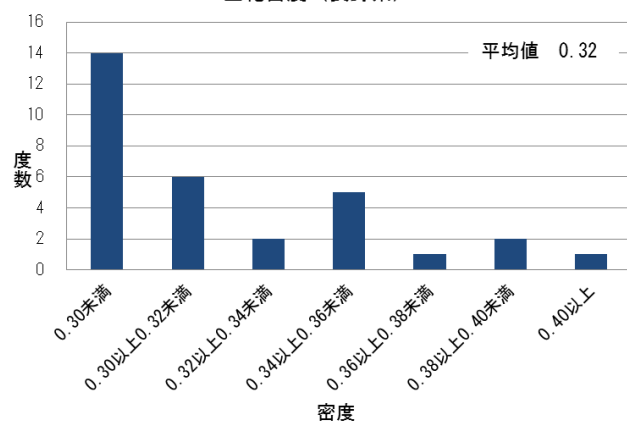
(3) 全乾密度を下図に示す。

全乾密度平均値については、大分県の 0.35、鹿児島県の 0.36 を標準的なものとして見ると、やや低めであったのが岩手県 (0.31)、長野県 (0.32)、熊本県 (0.32) であり、やや高めが奈良県 (0.37) であった。

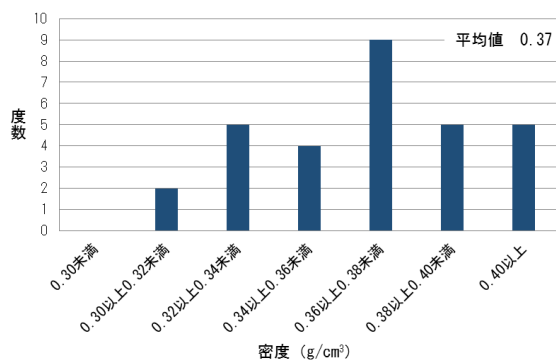
全乾密度 (岩手県)



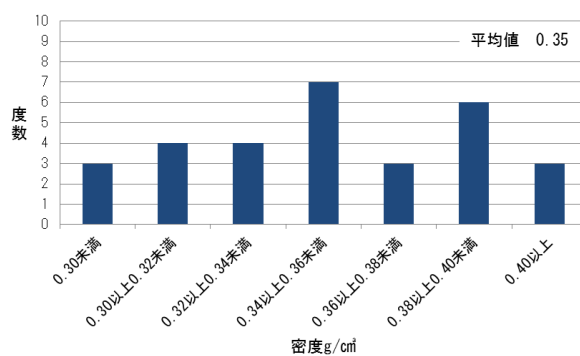
全乾密度 (長野県)

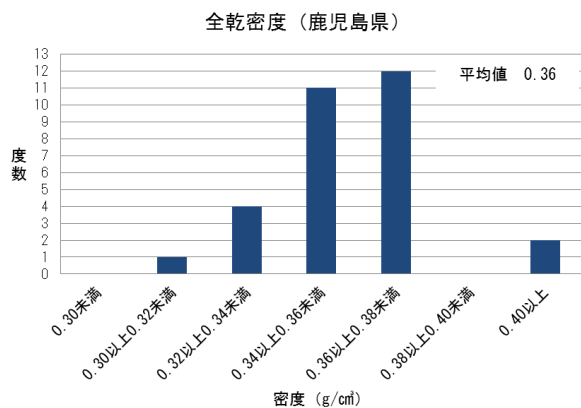
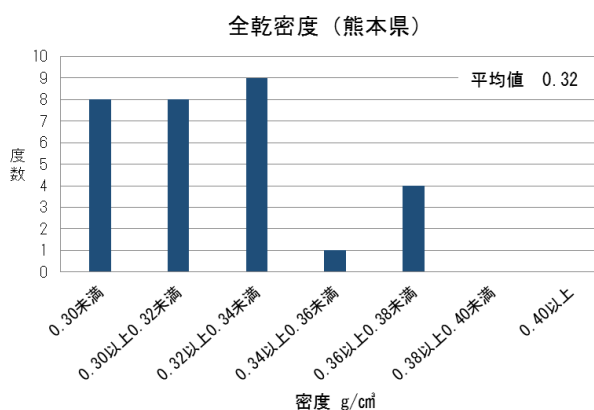


全乾密度 (奈良県)



全乾密度 (大分県)





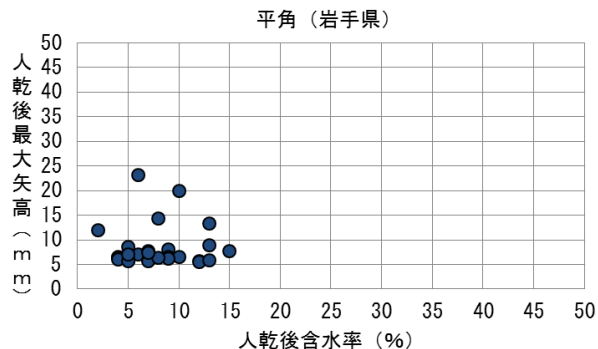
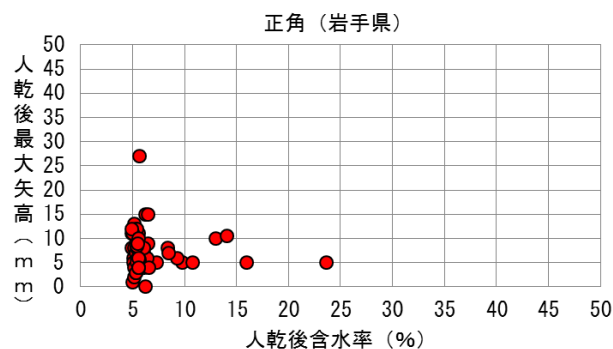
(4) 人工乾燥後含水率と矢高の関係を下図に示す。

製材時の修正挽きを実施した県は、奈良県、大分県、熊本県、鹿児島県、製材時の修正挽きを実施しなかった県は岩手県、長野県であった。

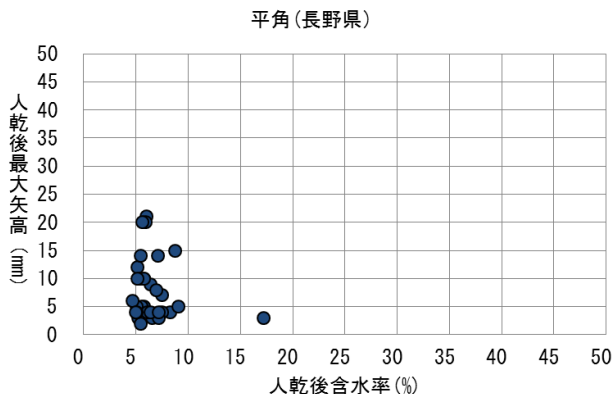
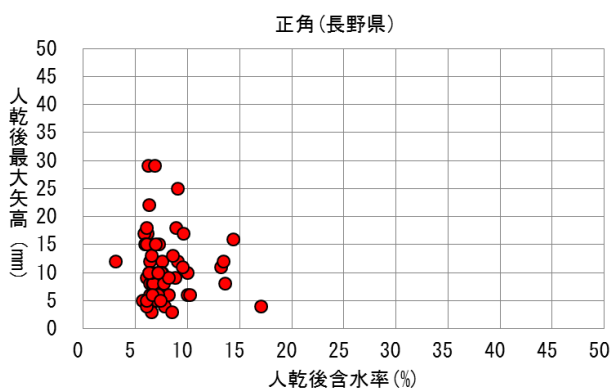
修正挽きを実施した県は、人工乾燥後含水率にかかわらず、矢高量が小さい傾向にあることが伺え、修正挽きを実施していない県は、人乾後含水率が低下するにつれ矢高量が大きくなる傾向であった。ただし、中心定規挽きをした熊本県では、含水率が低下するにつれ矢高量が大きくなる傾向を示した。

また、全県ともに平角に比べ正角の矢高量が大きくなる傾向であった。

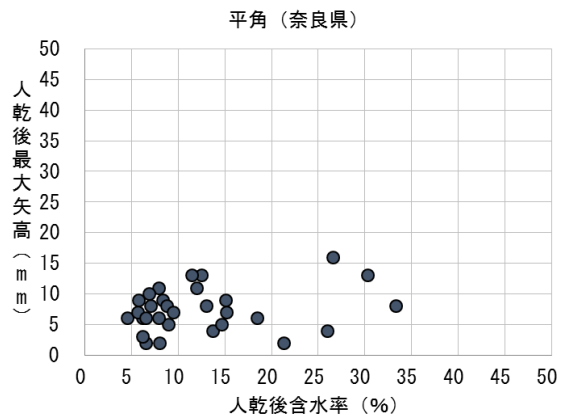
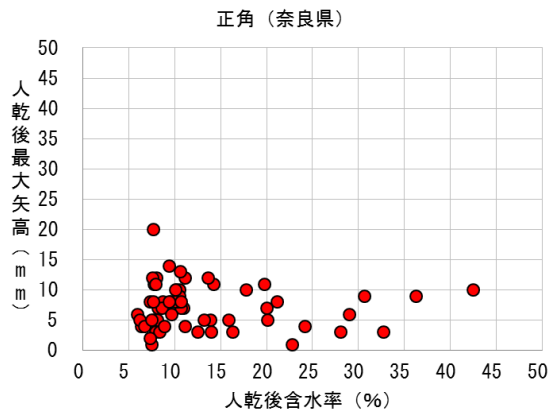
製材時修正挽き無し（側面定規挽き）



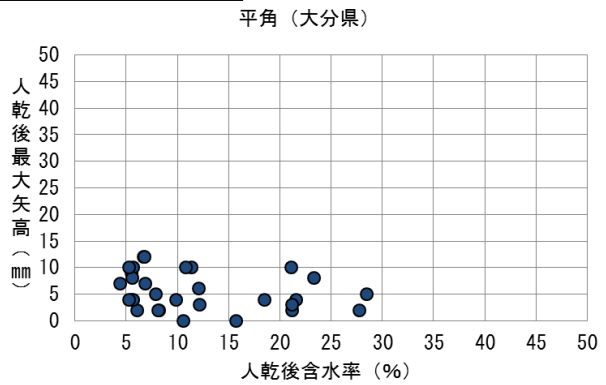
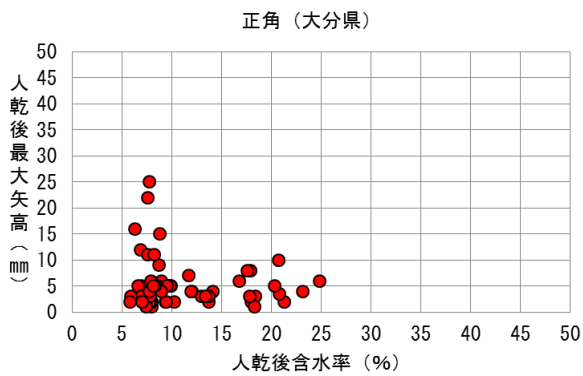
製材時修正挽き無し（側面定規挽き）



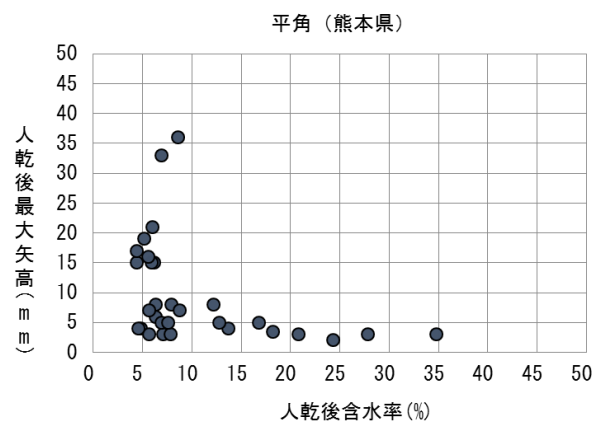
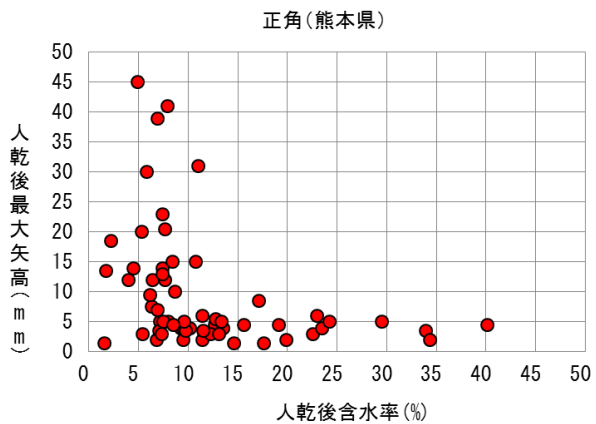
製材時修正挽き有り(側面定規挽き)



製材時修正挽き有り(側面定規挽き)

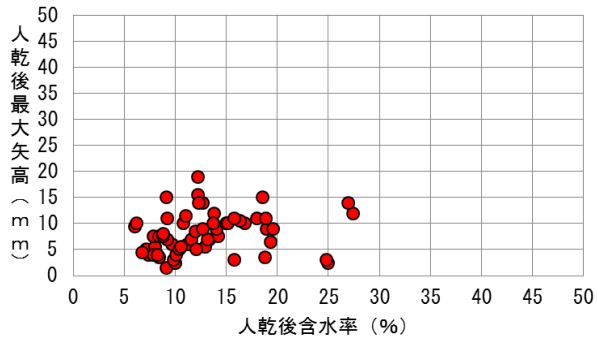


製材時修正挽き有り(中心定規挽き)

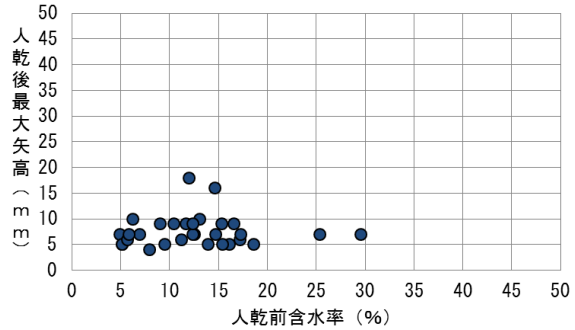


製材時修正挽き有り(側面定規挽き)

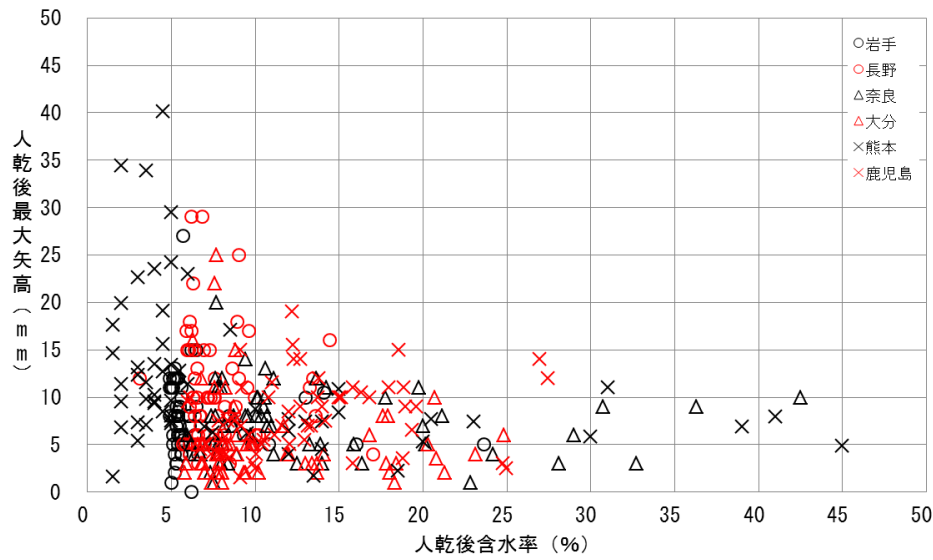
正角 (鹿児島県)



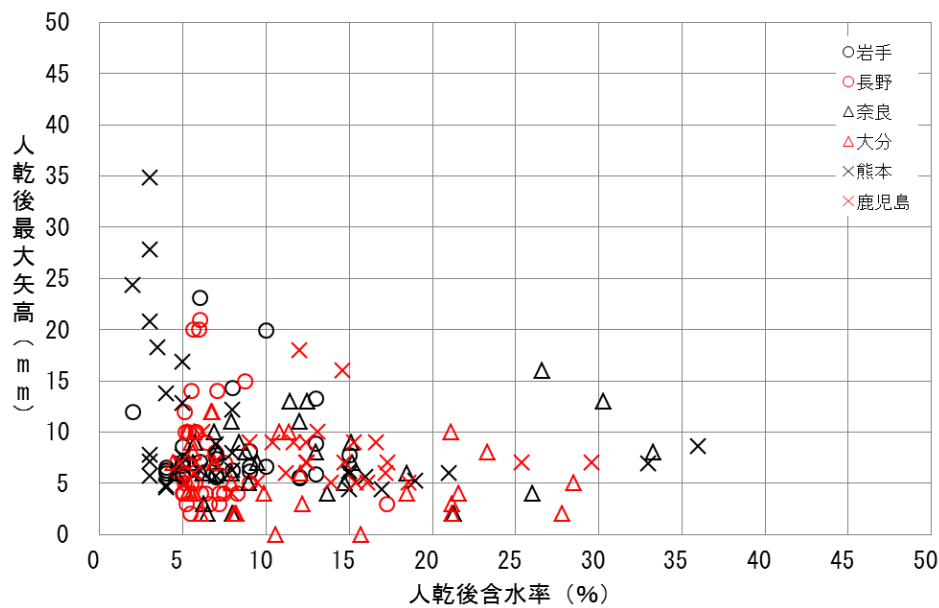
平角 (鹿児島県)



正角



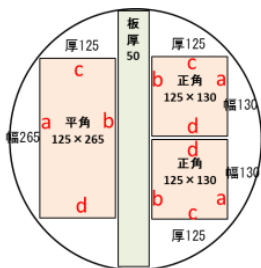
平角



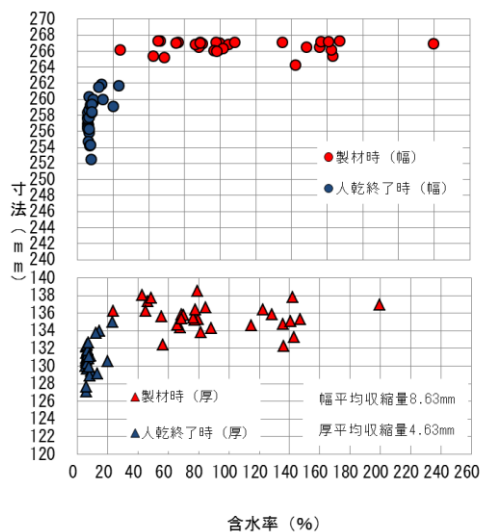
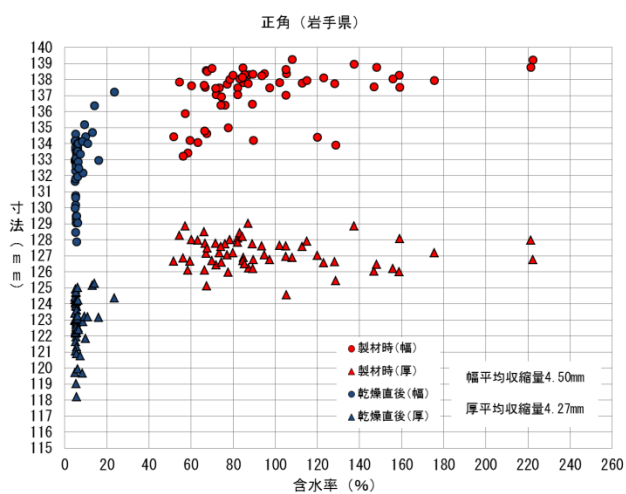
(5) 製材時含水率及び人工乾燥後含水率と収縮量の関係を下图に示す。

正角の収縮量の幅は、幅方向で 3.73～6.88mm、厚方向で 3.14～4.27mm の範囲であり、平角の収縮量の幅は、幅方向で 7.07～9.85mm、厚方向で 3.55～4.63mm の範囲であった。

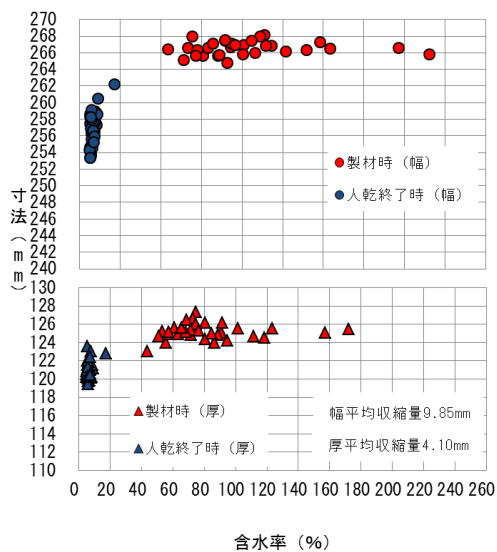
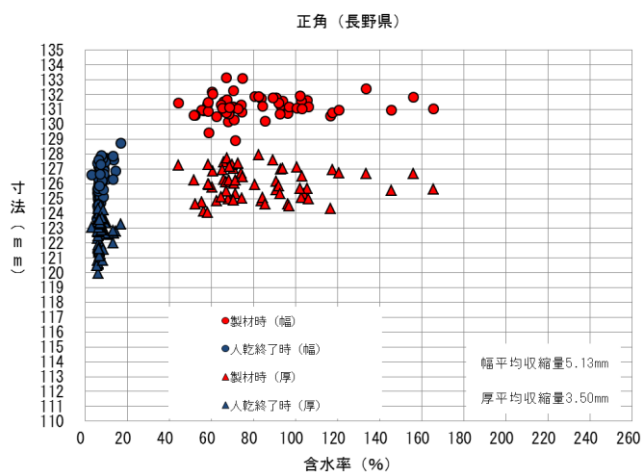
この結果は、今後各県が心去り材の収縮量を予測する際の参考資料になると考えられる。

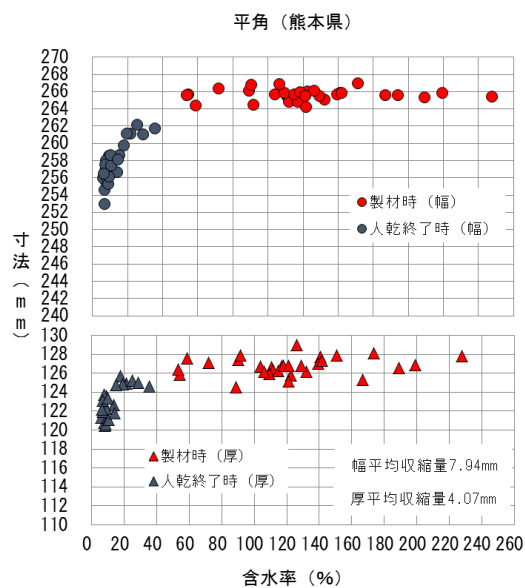
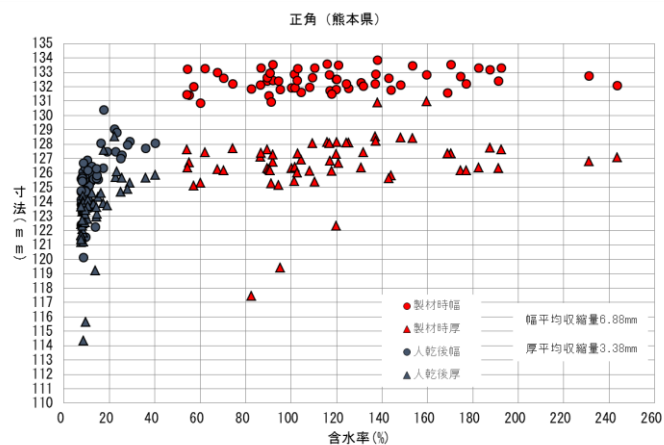
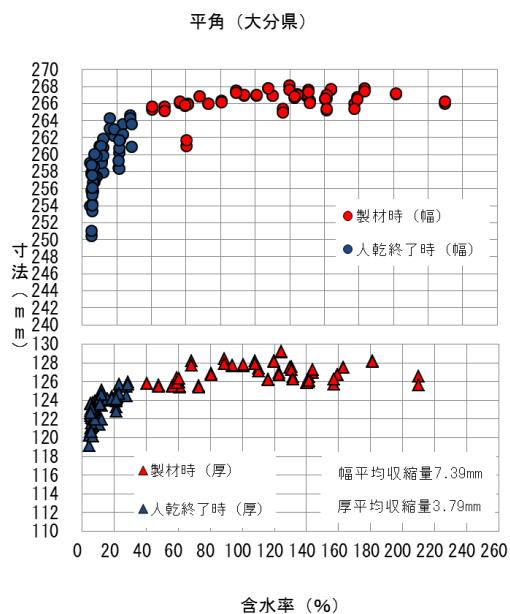
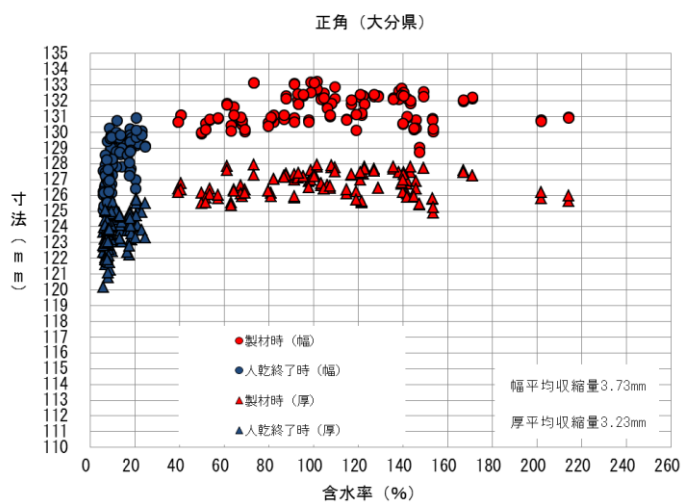
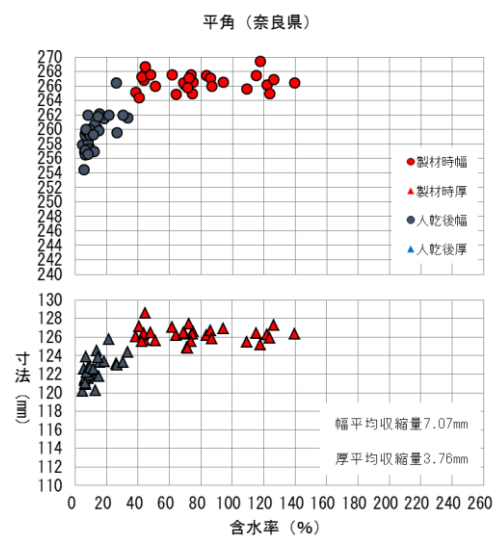
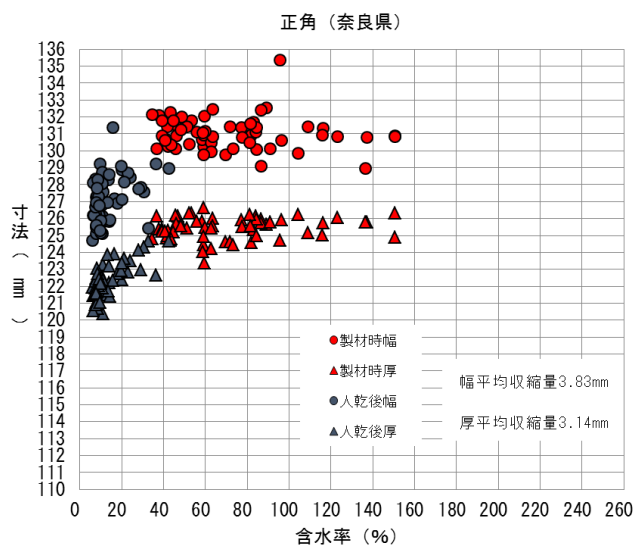


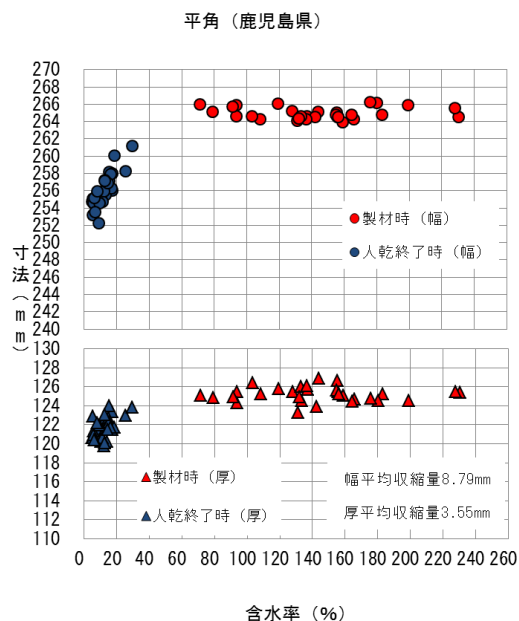
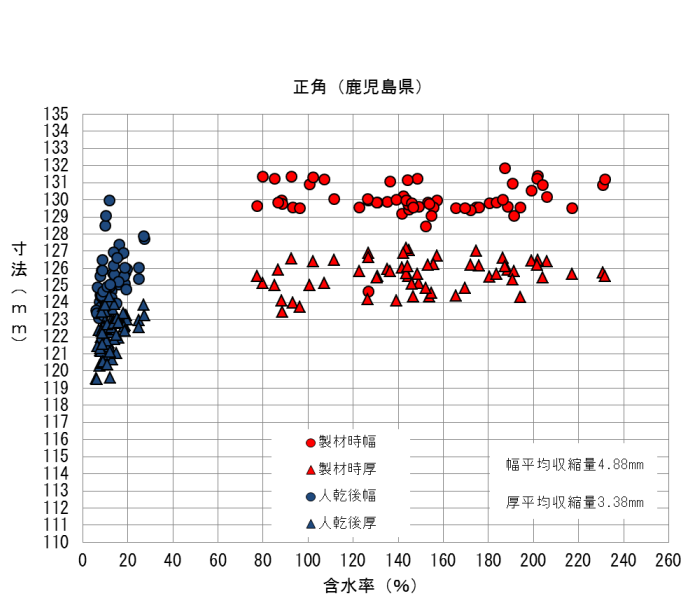
平角（岩手県）



平角（長野県）



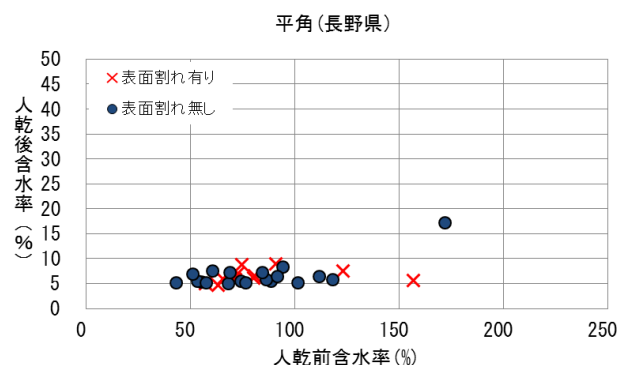
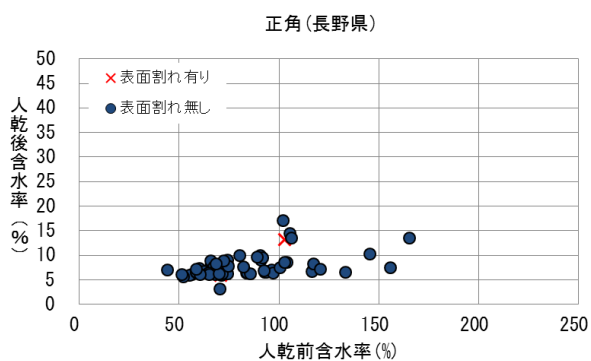
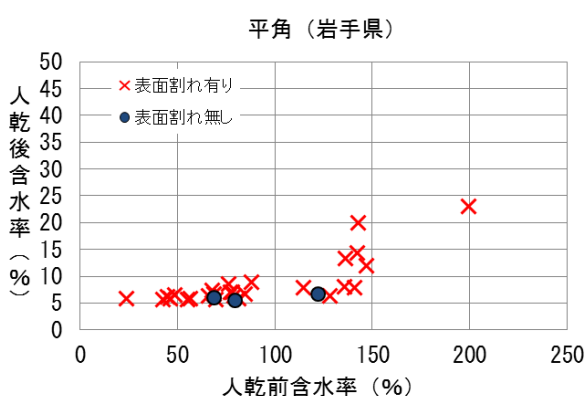
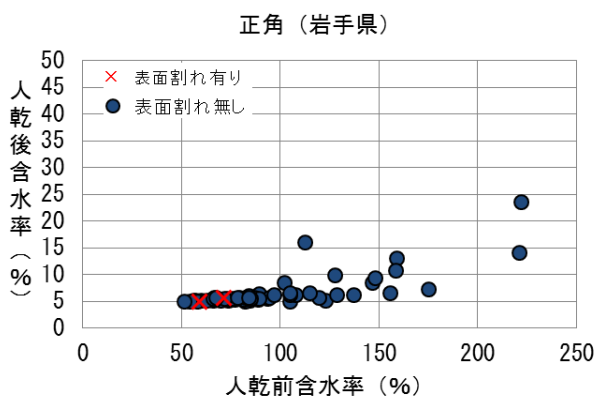


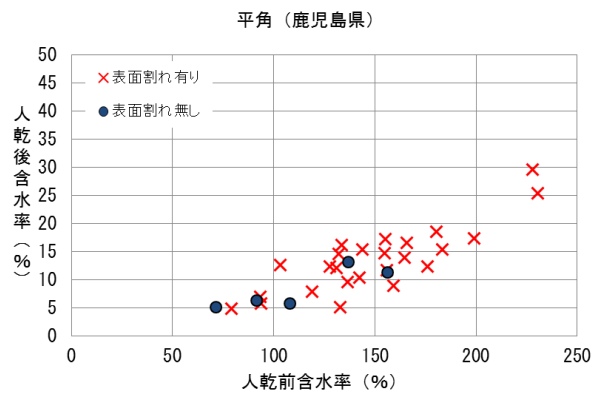
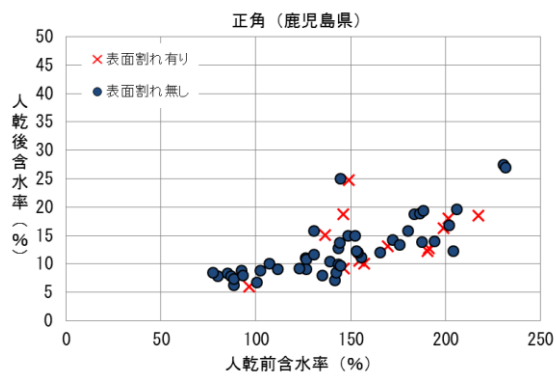
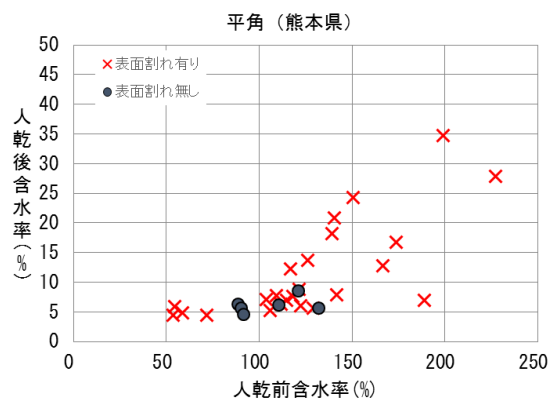
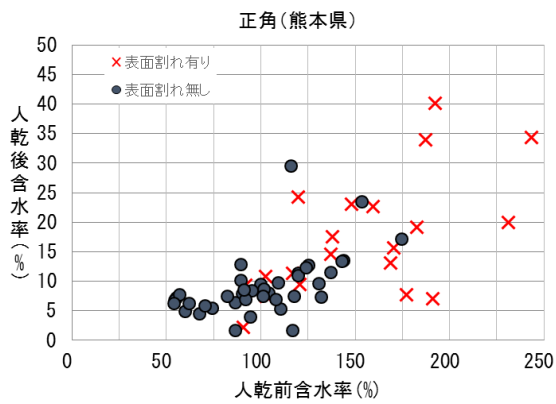
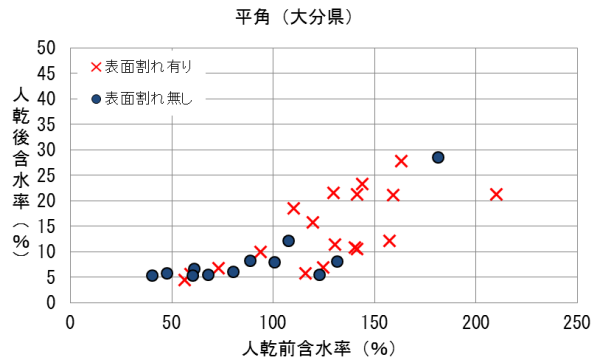
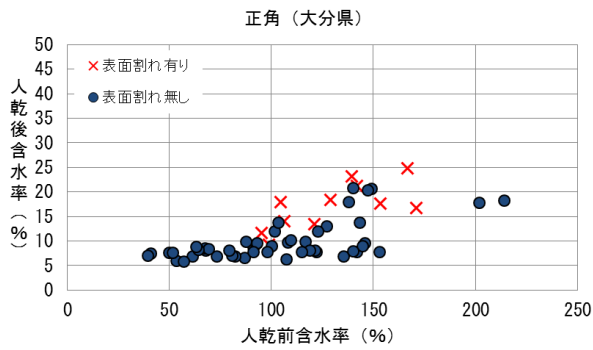
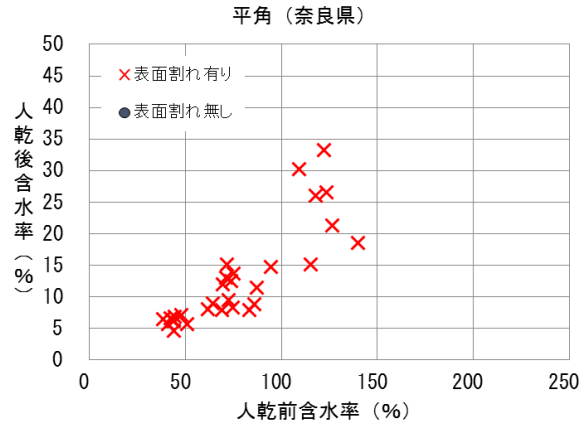
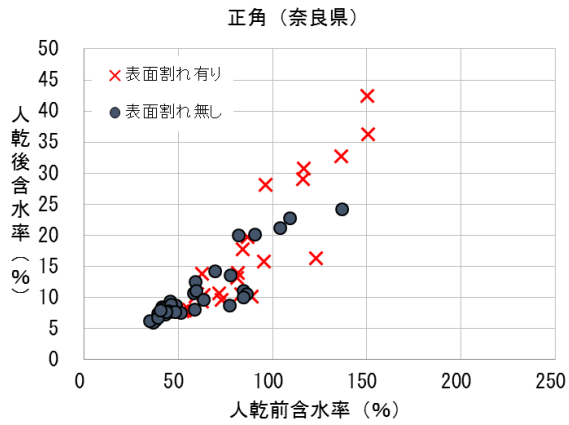


(6) 人工乾燥前後含水率と表面割れの有無について、関係を下図に示す。

正角と平角を比べると、平角の表面割れ発生割合が高かった。

地域別に見ると、正角の発生割合は、岩手県 3%、長野県 3%に対し、それ以外の県では 10.8～40%の割合で発生していた。また、岩手県、長野県以外の県では、人工乾燥後含水率にかかわらず表面割れが認められた。なお、平角は地域差に関係なく高い割合で表面割れが発生した。





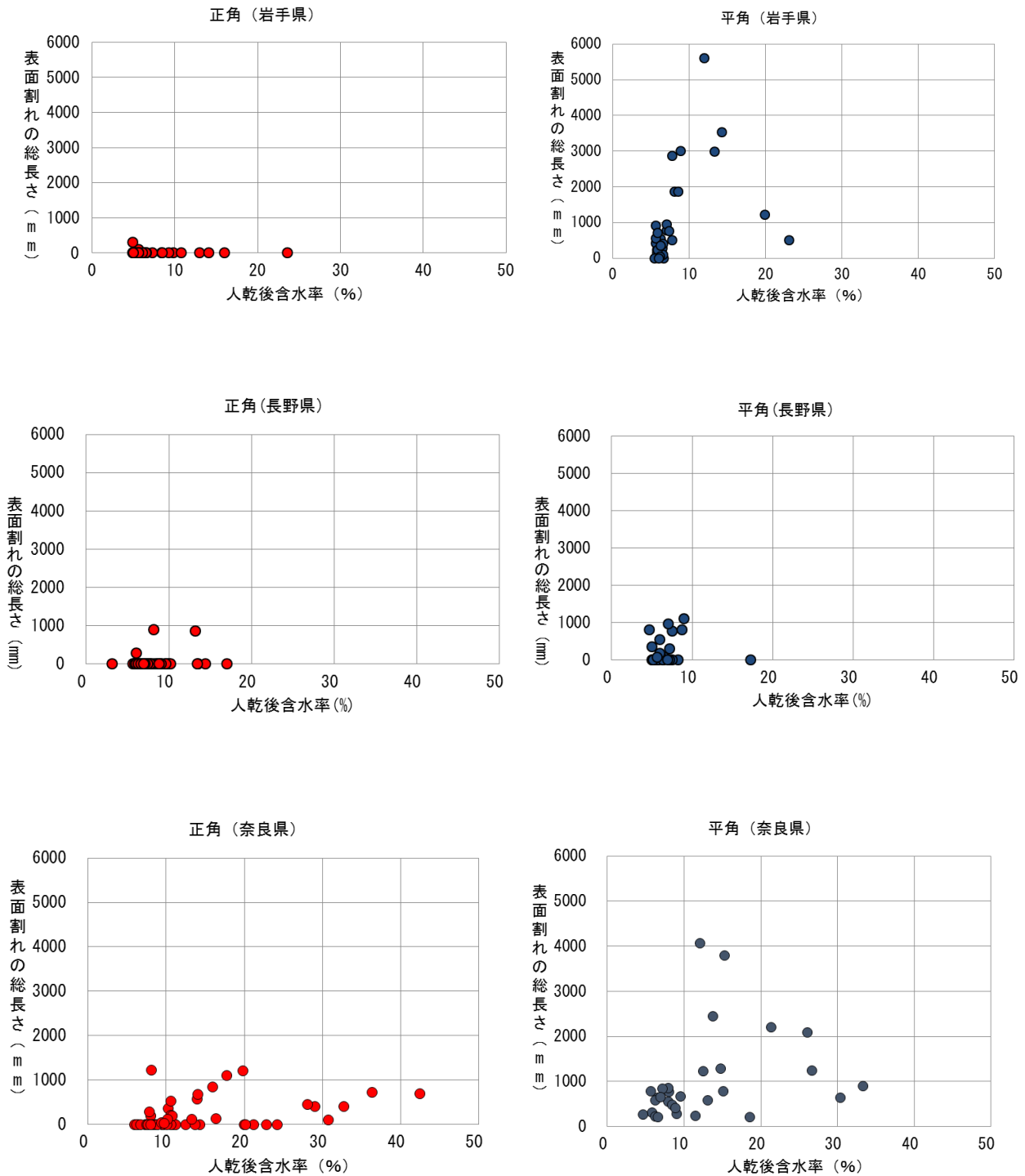
(7) 人工乾燥後含水率と表面割れ総長さの関係を下図に示す。

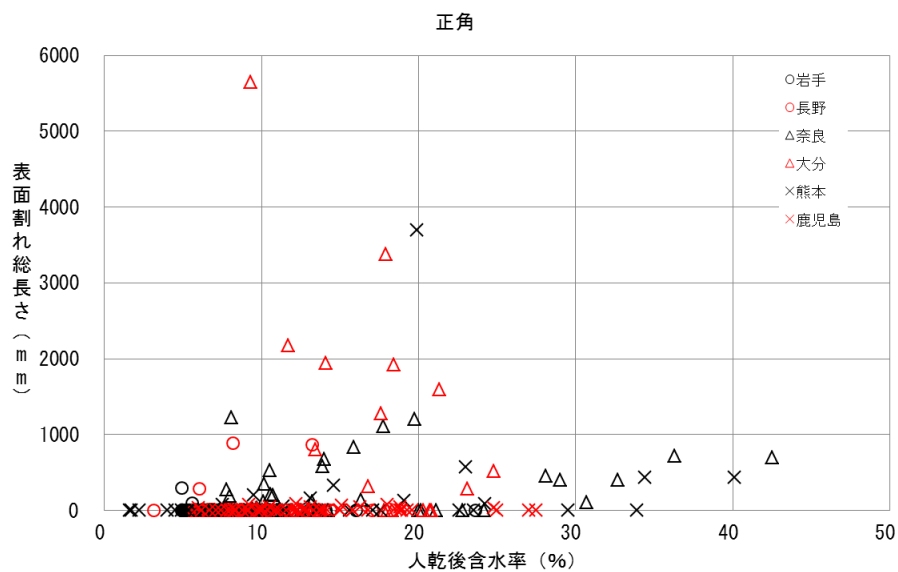
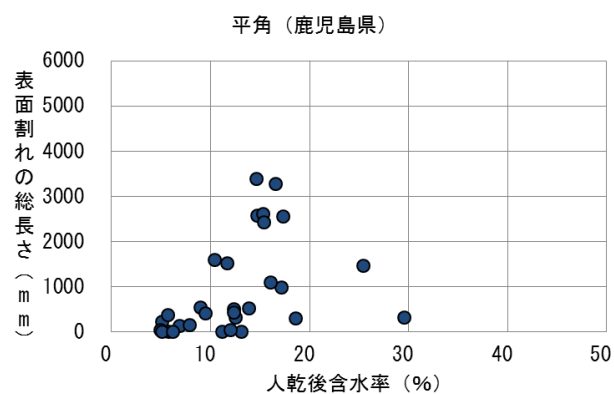
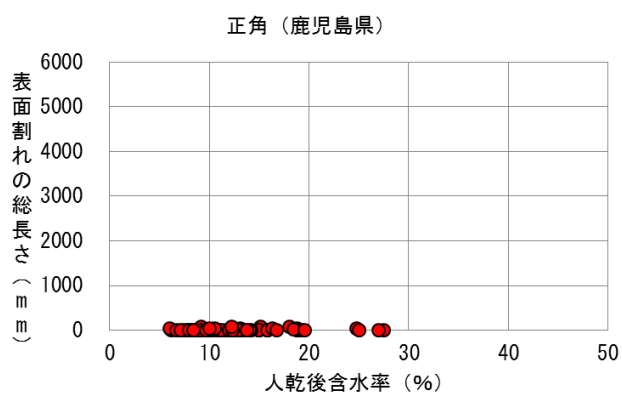
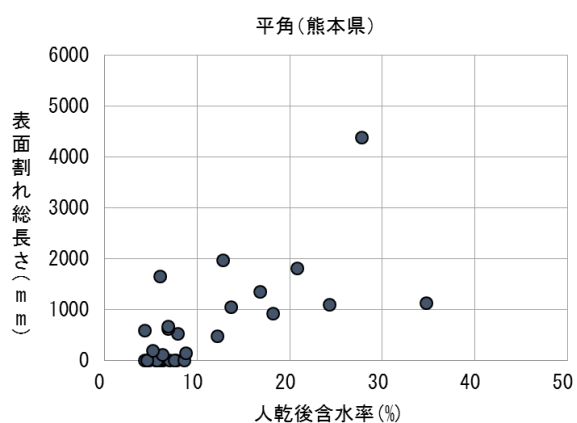
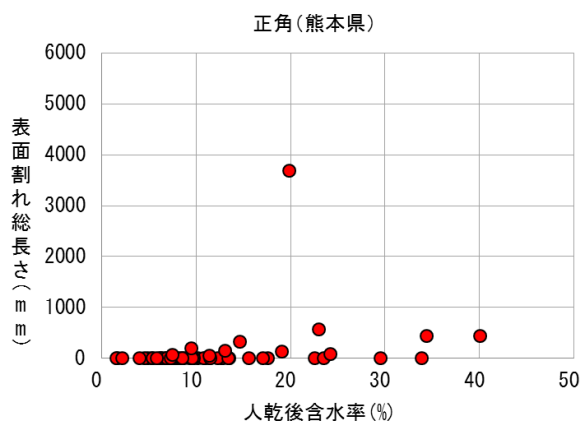
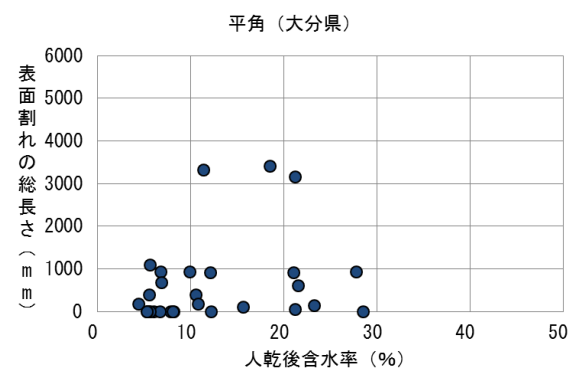
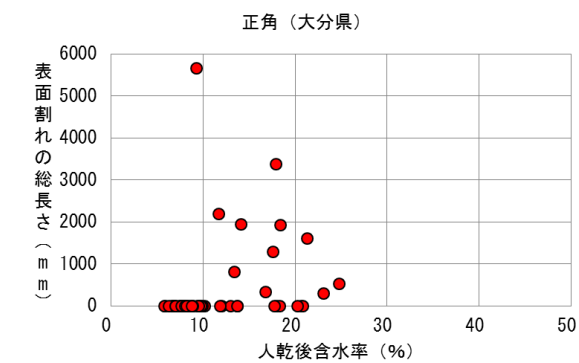
なお、表面割れ総長さとは、4材面に現れた合計値である。

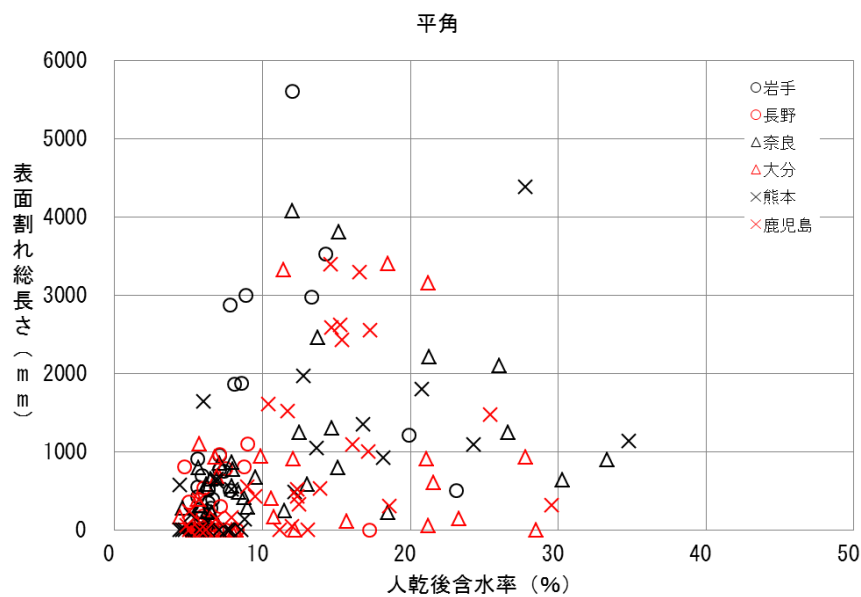
正角と平角を比較すると、平角で表面割れ総長さが大きくなる傾向が伺えた。

また、正角、平角ともに人工乾燥後含水率が10～20%の範囲にあるものが、表面割れ長さが長くなる傾向を示した。

地域別に見ると、正角では、大分県で表面割れの長さが大きく現れ、平角は地域別の特性は認められなかった。



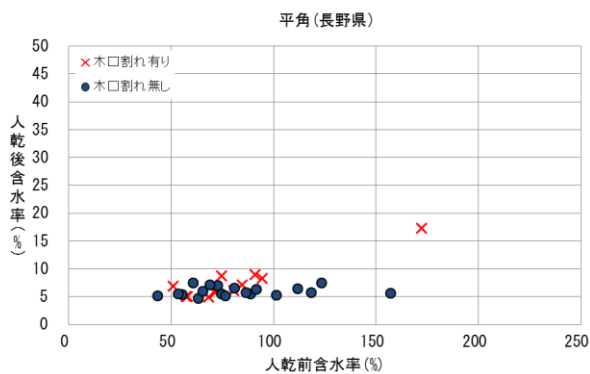
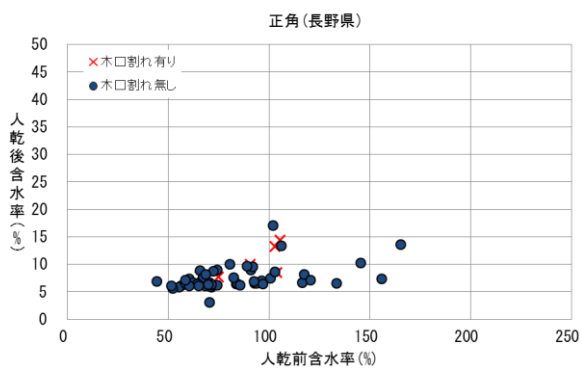
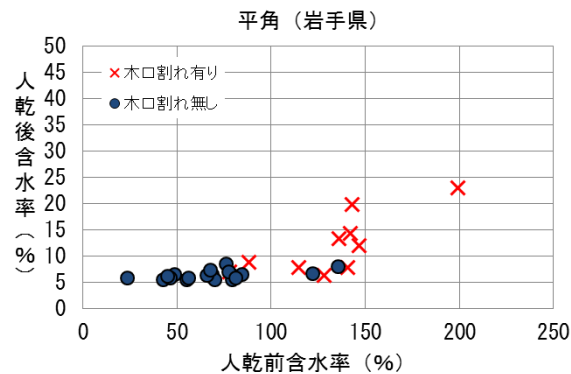
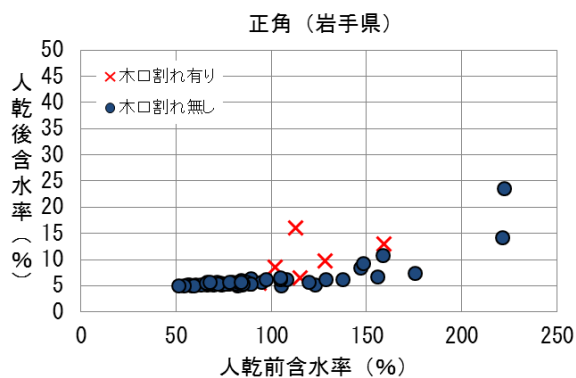


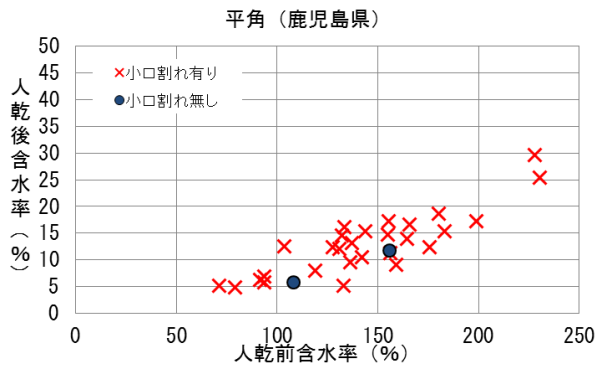
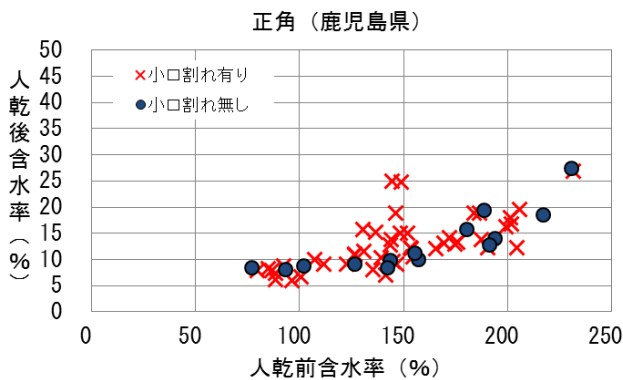
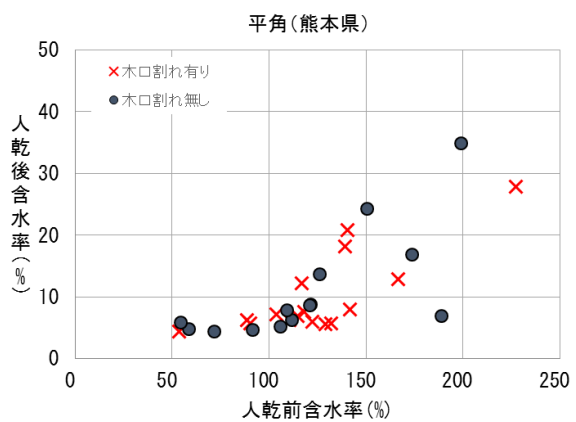
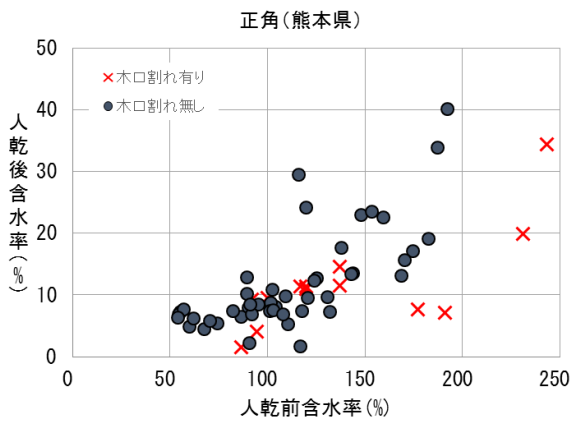
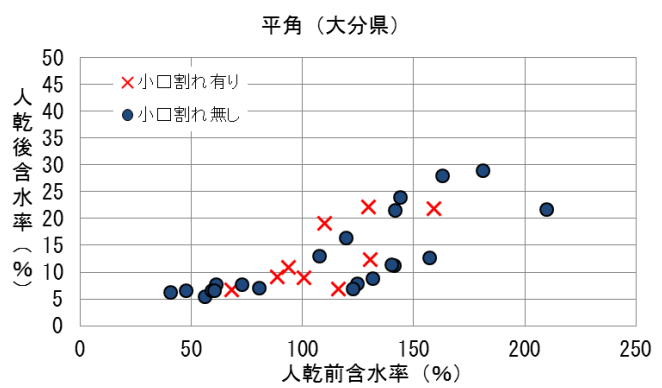
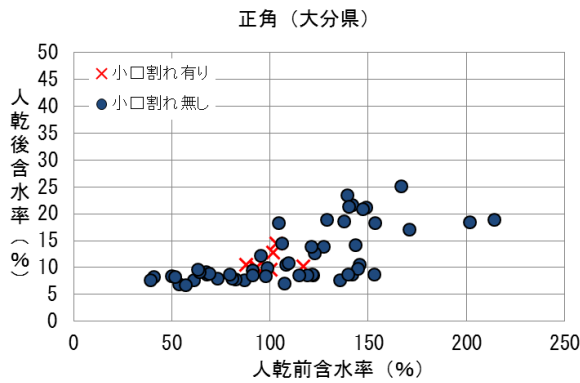
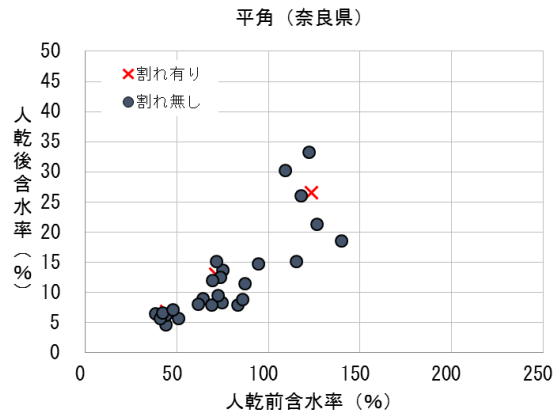
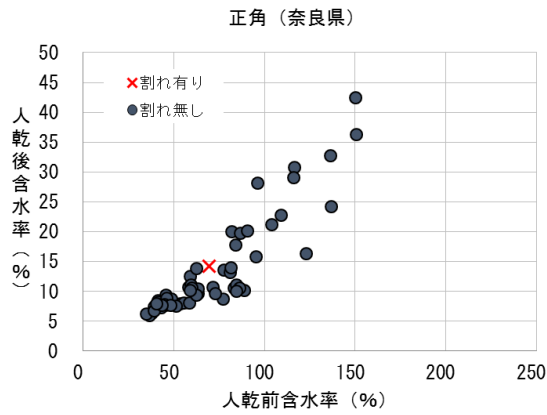


(8) 人工乾燥前後含水率と木口面割れの有無について関係を下図に示す。

今回、木口面の割れに係る測定を、養生期間が終了した後に実施した。よって、下図は、人工乾燥により生じた木口面の割れについてその関係性を整理したいとする意図でまとめた。また、これは人工乾燥後から養生が終了するまでの間に内部割れが大きく変化していないという前提に立っている。

正角に比べ、平角で木口面割れの発生割合が高い傾向を示し、地域別に見ると、南九州地方で木口面割れの発生割合が高い傾向にあった。



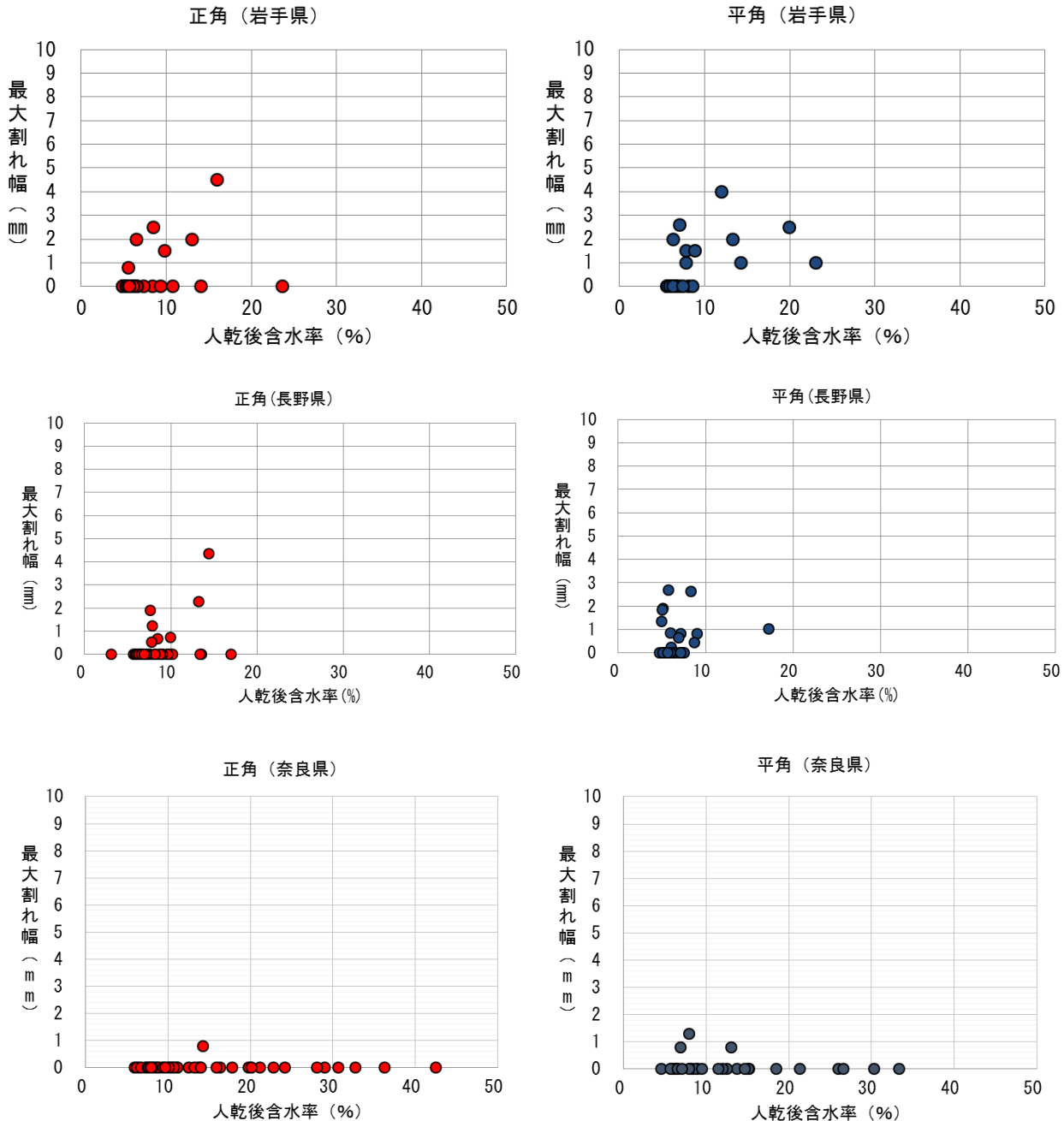


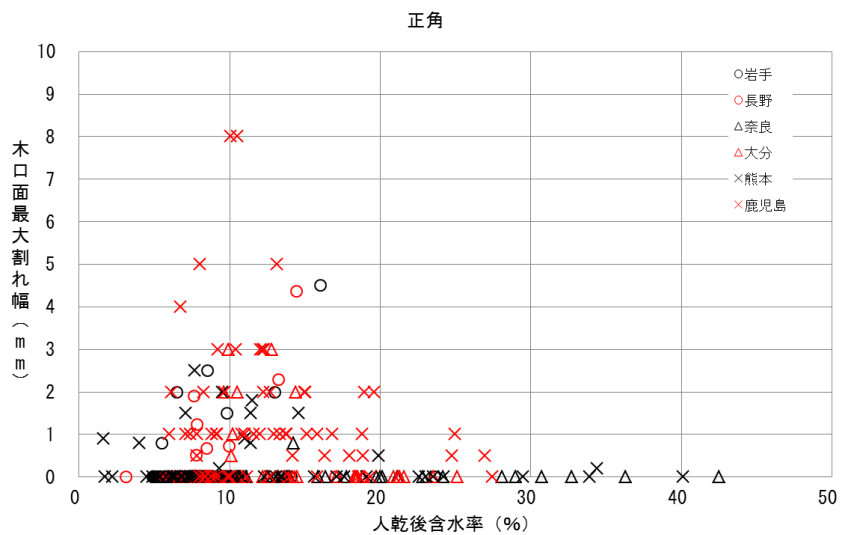
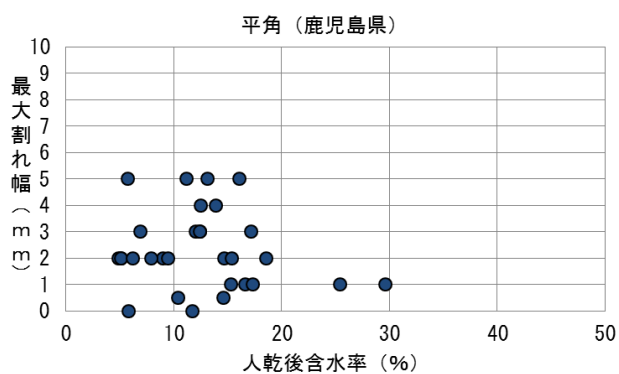
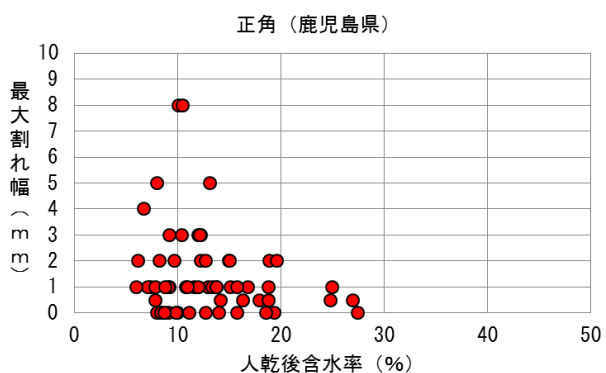
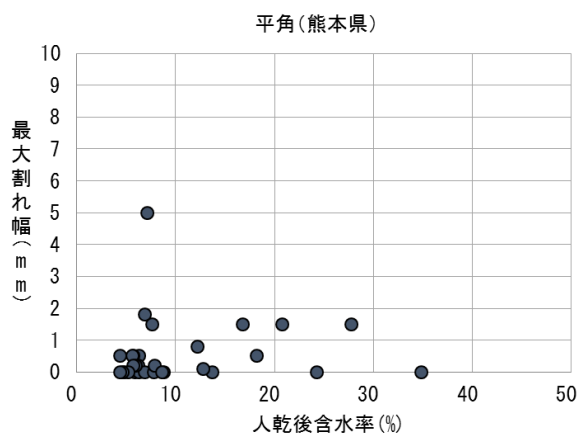
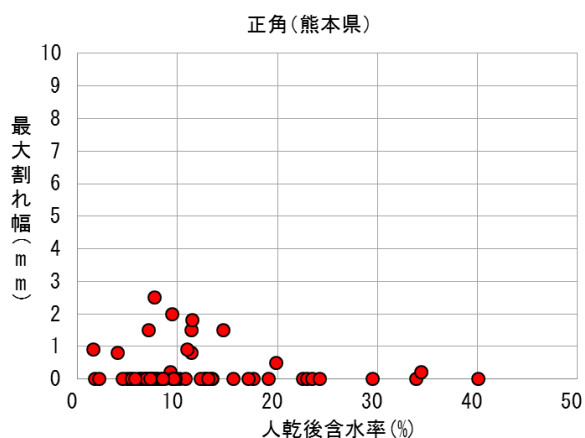
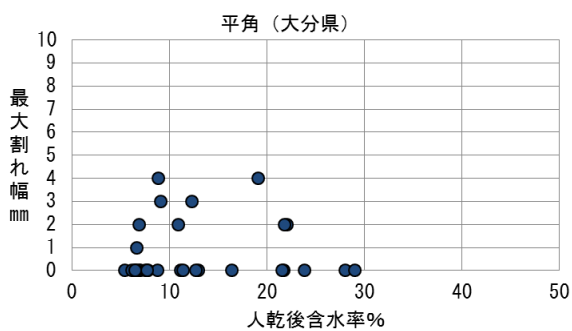
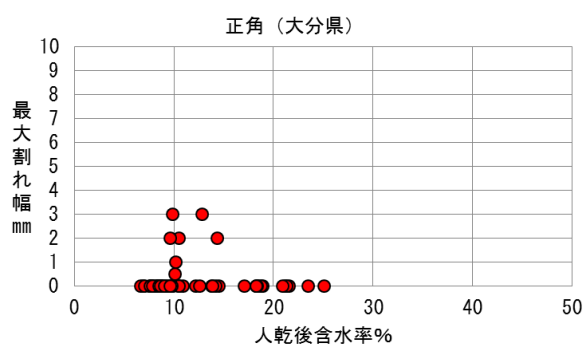
(9) 人工乾燥後含水率と木口面最大割れ幅の関係を下図に示す。

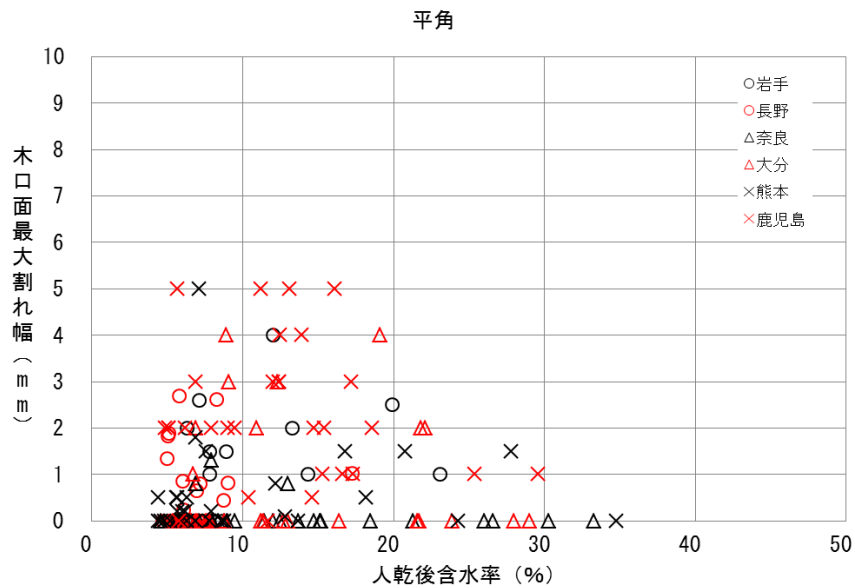
下図についても(8)で述べた考えの基、その関係性を整理した。

正角、平角ともに人乾後含水率が低くなるにつれ、割れ幅が大きくなる傾向を示す中、正角は人乾後含水率が10%前後で割れ幅が最大になるピラミッド型を示した。

また、最大割れ幅値を見ると、正角は2mm未満、平角は3mm未満が多数を占め、平角の割れ幅が大きい傾向が伺えた。



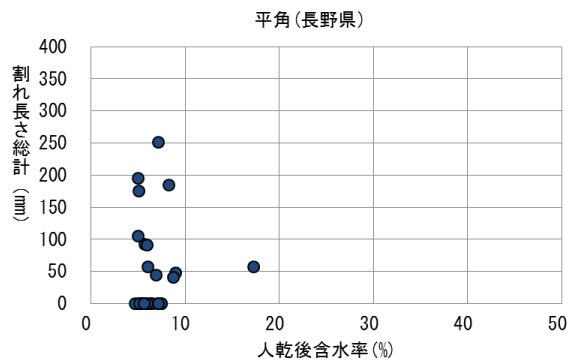
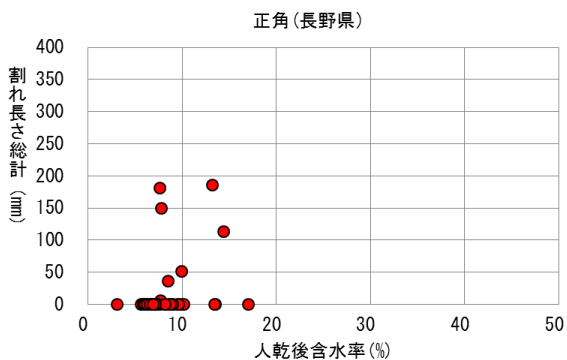
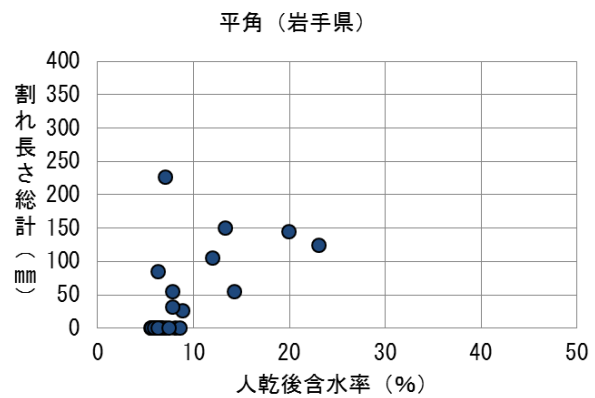
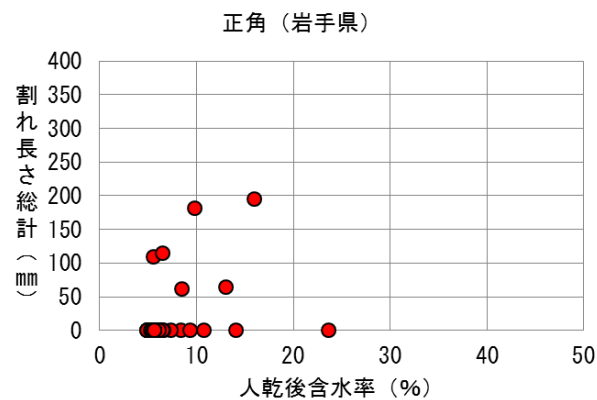


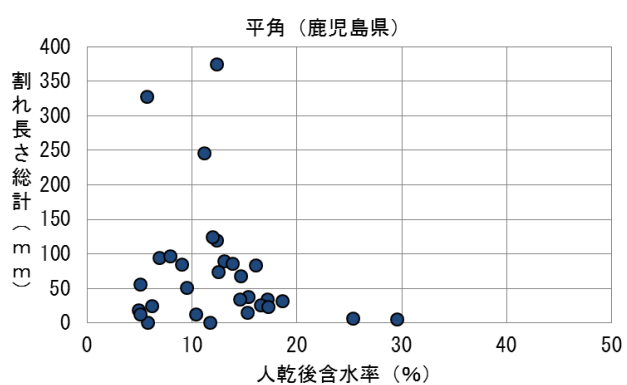
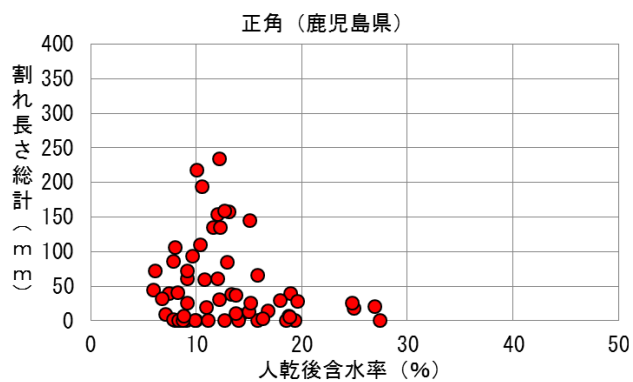
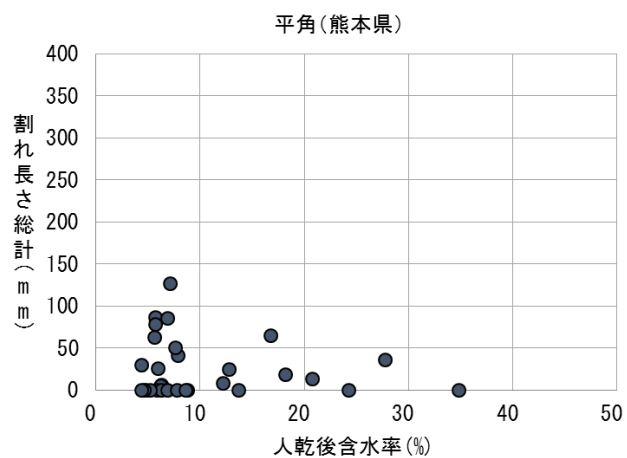
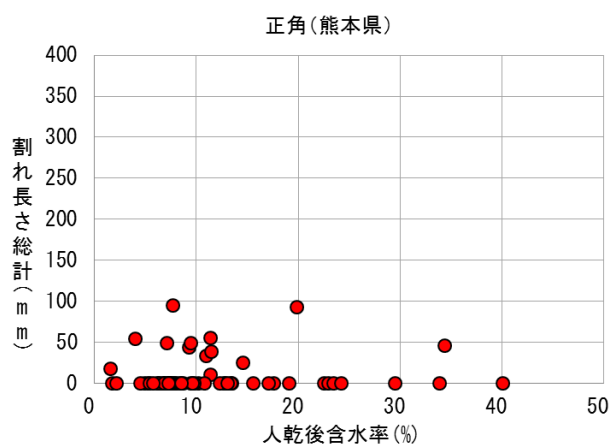
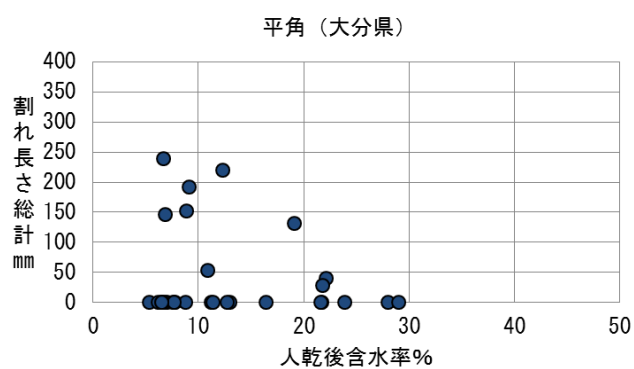
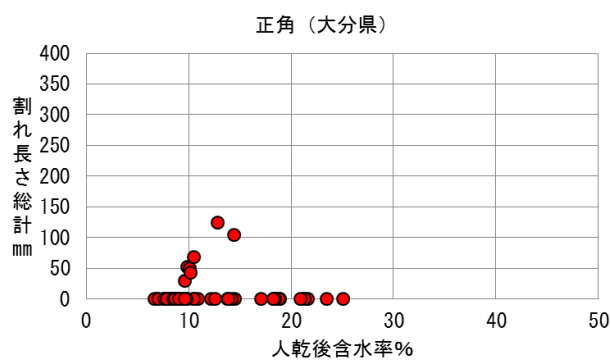
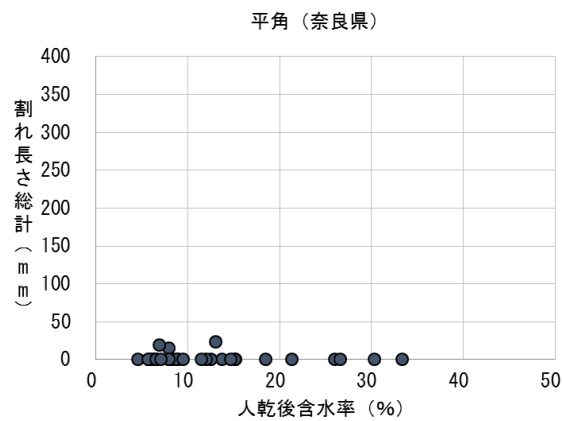
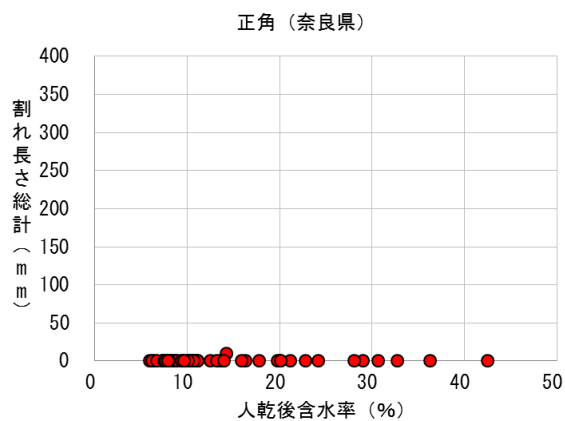


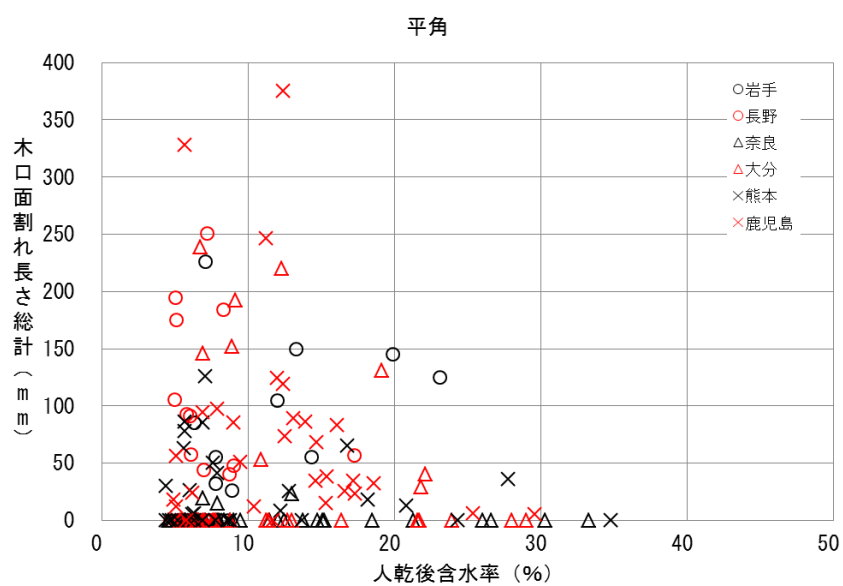
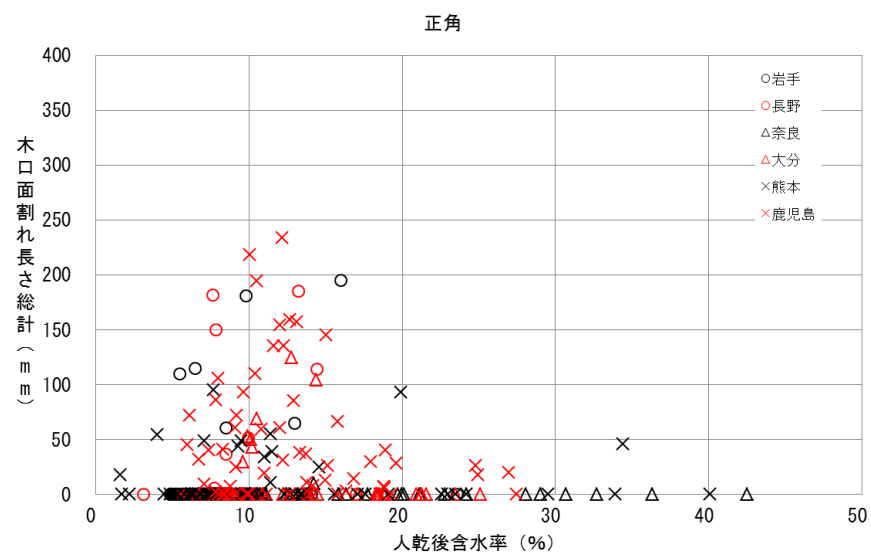
(10) 人工乾燥後含水率と木口面割れ総長さの関係を下図に示す。

下図についても(8)で述べた考えの基、その関係性を整理した。

正角、平角ともに、人乾後含水率が低下するにつれ、割れ長さが大きくなる傾向を示し、正角は、人乾後含水率12%付近をピークに割れ長さ最も大きくなるピラミッド型、平角は、人乾後含水率が12%付近から低くなるほど割れ長さが大きくなる傾向を示した。







3. 2 各県報告

ここで、岩手県、長野県、奈良県、大分県、熊本県、鹿児島県の調査結果について、報告する。