



# Kumamoto Prefectural Uto Junior and Senior High School

## 伝統的修復材「ガンゼキ」の科学的考察

### 0. はじめに

#### 1-1 轟泉水道の概要

轟泉水道は、熊本県宇土市宮庄町にある轟水源から取水しており、日本で現在も使用されている最古の上水道である。轟水源から宇土城下町までの総延長約4800 m、標高差約5 mの区間を馬門石製の石管で繋ぎ、その接合部や隙間を埋めるためにガンゼキが用いられている。

#### 1-2 ガンゼキの概要

ガンゼキとは、材料のほとんどが天然素材の接合材のこと。材料は、赤土、貝灰、塩、松の煮汁のみである。松汁とは、松の煮汁を20 cmほどに切り、圧力鍋で1時間程度煮たものである。ガンゼキは水中でも硬化するという特異な性質を持ち、轟泉水道の石管の内側の水に触れる部分の接合も可能である。



### 1. 目的

作り方は、それらの材料を混ぜ、杵で赤土の塊を潰すようにして搗くというシンプルなものである。しかし、材料の量、搗く回数が多すぎても、少なすぎても駄目である。ちょうど良い硬さは宇土市在住の松川紀幸氏にしかわからない。松川氏は古くから伝わるガンゼキの製法を受け継ぐ唯一の職人である。

松川氏の作るガンゼキは熊本県内の文化財の修復にも利用されている。

ガンゼキの性質やメカニズムはいまだ解明されておらず、搗く回数も曖昧で、粘性に左右される。あらゆる不明な点が多いガンゼキの性質を解明し、後世に伝え続けるために研究を試みた。正確なガンゼキの製法のレピシ化を最終的な目標とした。

### 2. 研究計画(全体像)・手法

松川氏は約3寸の杵で200回程度叩いていた。また、松川氏の製作したガンゼキの表面から白い粉が吹き出していた。これらのことから、

- ① 搗く回数とガンゼキの表面や内部の性質に関するのか。〈実験1, 3〉
- ② 保存状況と白色結晶の生成に関するのか。〈実験1〉
- ③ 白色結晶は何なのか。〈実験2〉
- ④ 搗く力や回数はどのくらいが良いのか。

### 3. 方法

#### 〈実験1〉

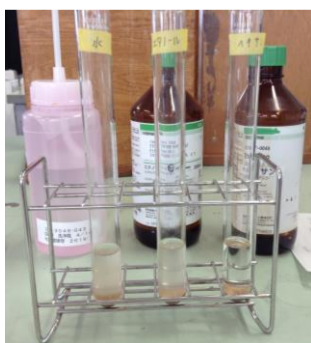
先行実験の質量比を参考にして、搗く回数、保存状況の条件を変えガンゼキを作成した。

表① 質量比について

材料	赤土	塩	貝灰	松の煮汁
質量(g)	100	15	20	40

#### 〈実験2〉

ガンゼキの表面から削り取った白色結晶、貝灰なしのガンゼキの表面から削り取った白色結晶、テレピン油、ロジン、食塩の5つの溶質を、水、エタノールの2つの溶媒7 mlにそれぞれ溶かし、分光光度計で観察する。ガンゼキ粉を基準としてそのほかの物質と溶け方を比較する。



#### 〈実験3〉

顕微鏡でガンゼキの表面や内部を500倍の倍率で観察する。

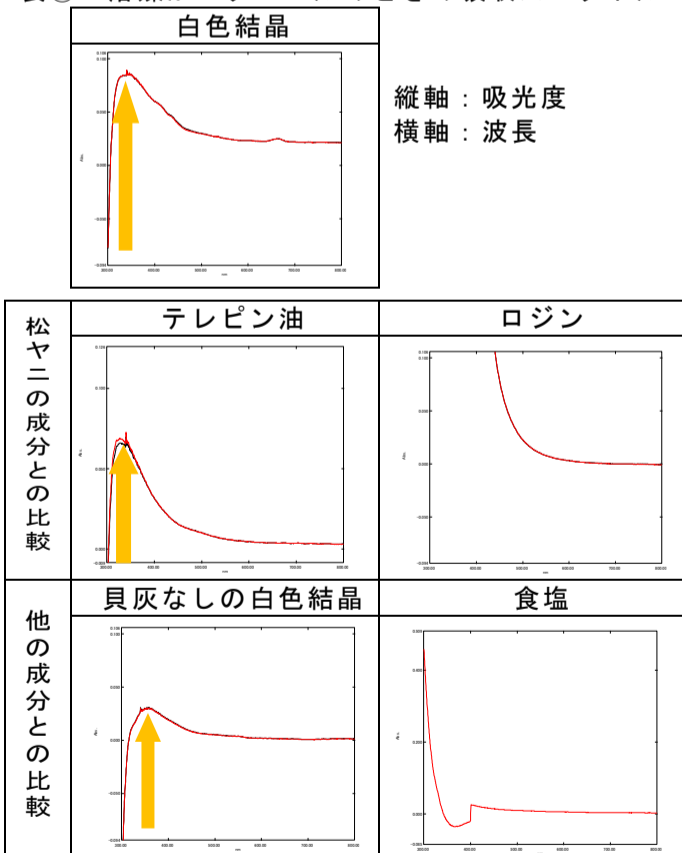
### 4. 結果

〈実験1〉表② 実験1の結果

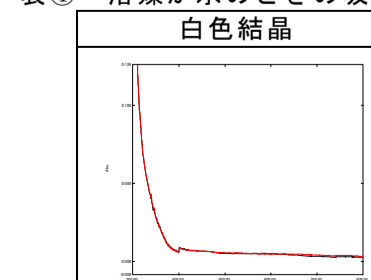
保存状況	搗く回数	
	100回	1000回
水中	崩れて観察不可 	一部崩れている 
空気中	白い結晶が荒くでている 	白い結晶が細かい均一に出ている 
貝灰なし	粉っぽくもろい 	粉っぽくもろい 
食塩なし	つるつるしている白色結晶なし 	つるつるしている白色結晶なし 

#### 〈実験2〉

表③ 溶媒がエタノールの際の吸収スペクトル



表④ 溶媒が水の際の吸収スペクトル



#### 〈実験3〉

- ・結晶の細かさが違う。
- ・内部の構造の違いははっきりとは分からなかった。

図① 1000回表面



図② 100回表面



### 5. 考察

〈実験1〉より、白色結晶は食塩と関係あると考えた。また、より多く搗いたほうが水中でも崩れにくく、白色結晶が均等に出たことから、松川氏のガンゼキに近づいたと考えられる。

〈実験2〉より水に溶かした物質にはピークがはっきりと出ていないことから、ガンゼキの表面には水を弾く性質があると考えられる。また、エタノールに溶かしたガンゼキ粉、テレピン油、貝灰なしのガンゼキ粉は同じところでピークを示しているためガンゼキの表面にはテレピン油が含まれている可能性がある。ロジンでうまく波長がでなかったのは、濃度が高すぎたためと考えられるので、今後は濃度を調節して実験を行う。

〈実験3〉より表面に白い粉が出るのは表面の水分が乾燥したからではないかと考える。また、白い粉が均一になるのは、ある一定の力以上により、粒子が細くなり、よく混ざるからだと考える。

### 6. 展望

・白色結晶の役割について  
松川さんによると、「水に入れると松ヤニによって膜ができる。」とおっしゃっていた。このことから仮定すると、松ヤニの膜ができて、それが水硬体となり、水を保護している。

しかし、空気中に置いていたものも、水中から出したものも白色結晶が出るという矛盾が生じることから、水分が蒸発して出てきただけでも考えられる。なので、白色結晶の性質を調べる。

・実験条件を統一する  
現在、搗く人、力、時間などの条件がばらばらであり、正確性が欠けている。

・データを増やす。  
データが少ないので正確性に欠ける。  
・水中に入れても崩れないガンゼキを作る。  
ガンゼキは水硬性があり、松川氏のガンゼキは、水中でも崩れないので、たくさん作って松川氏のガンゼキに近づける。

### 7. 参考文献

- ・平成29~31年度 SSH ガンゼキ班課題研究論文集