

담양산 죽재를 이용한 고부가가치형 樂器部材 개발에 관한 연구

정우양

(전남대학교 농과대학 임산공학과)

Development of Musical Instrument Parts made of Bamboos grown in Tamyang Region for the Highly Value-Additive Utilization

Chung, Woo-Yang

Dept. of Forest Products & Technology, Coll. of Agric., Chonnam National University

적 요

공예소품 및 대자리(mat) 등 단순 생활용품의 제조에만 쓰여오던 전남지방의 대표적 임산물인 대나무자원의 보다 효율적인 활용방안을 모색하기 위해 담양산 죽재의 악기재료로서의 적합성 분석 및 악기부재 가공관련기술을 개발하고 이를 통해 죽재를 생산하는 지역주민의 소득증대를 도모하고 저가의 수입죽제품의 공세에 시달리면서 기업경쟁력을 상실해온 국내 죽제품업체들로 하여금 고부가가치성 신제품 개발을 통해 새로운 활로모색을 위한 계기를 제공하고자 하였다. 본 연구에서는 담양산 죽재의 명성, 품질 및 부가가치 등을 고려하여 개발대상 아이템으로 국내 음악계에서 현재 전량 수입에 의존하고 있는 색서폰(saxophone)용 허(reed; 이하 '리이드'라 함)로 결정하고 죽재의 재질특성, 가공성 및 리이드의 품질특성을 죽종별로 비교, 그 악기소재로서의 개발가능성을 규명하였다. 담양산 왕대, 분죽 및 맹종죽의 리이드의 가공특성은 양호한 편이었으며 수입산 리이드 제품과의 침지(浸漬) 실험결과 크랙의 발생정도에 있어서도 기존의 수입산 리이드가 50%, 본 연구에서 개발한 담양산 리이드가 평균 약 36%로 적게 나타났다. 습윤-건조 반복시 크랙발생의 정도는 곧 리이드의 수명과 연관된다는 생각에 리이드의 수명 면에서는 담양산 대나무의 리이드재료로서의 대체 가능성은 충분하다고 판단된다. 담양산 죽재의 악기소재로서의 개발을 위해 무엇보다도 중요한 것은 실제제품에 대한 꾸준한 생산기술 및 품질향상을 통해 수입 리이드보다 뛰어난 성능과 연주특성으로 수입품에 맹목적으로 의존하고 있는 악기상들과 연주자들의 선입견을 바꾸는데 있다고 생각된다.

I. 서론

1. 연구 배경

농촌지역의 부존자원과 유효노동력을 활용하여 영

농의소득을 증대시키기 위한 정부차원의 농촌부업단지 육성사업이 시작된 지 30여 년이 경과하였으나 도농간 경제력 차이는 좀처럼 해소되지 않고 있다. 특히 UR 등 격변하는 국제 경제질서로부터 야기된 불확실한 영농여건이 여전한 상황에서 가난의 세습을 강요하는 농가부채는 해결의 실마리를 찾지 못한 채

점점 더 농촌경제를 압박하고 있는 실정이다.

대망의 2000년대를 맞아, 이른바 '탈IMF 관리체제' 시점에선 현재의 한국경제의 내실화를 위한 대전제 중의 하나로서 위와 같은 어려움을 겪고 있는 국내농촌문제를 고려해 볼 때, 지역특산물에 대한 효율적 활용을 통한 영농가구의 소득증대 및 생활수준 개선 문제는 국가전체의 경제적 관점에서 뿐 만 아니라, 농촌경제적 측면에서 볼 때 한정된 자원의 효율적 이용이라는 점에서 매우 중요한 과제라 할 수 있을 것이다.

예로부터 사군자의 하나로 선비의 지조와 절개를 상징하는 대(竹)는 원래 중국 하남지방이 원산지이며 지구상에 약 3,200여종이 분포되어 있고 우리나라에는 약 50여종이 있으나 열대성 식물이기 때문에 강릉, 단양, 정읍을 잇는 선의 이남, 즉 남부지방이 주 생산지로서 본 연구의 주대상지인 전남 담양에서는 약 8종이 자생하고 있으며 이 지역의 원죽 생산량은 약 9만속(束)을 상회하고 있다.(김태욱, 1994)

아래 표 1 은 담양군내 12개 읍면에 분포하는 죽림의 죽종 및 재배면적을 나타내고 있는 바, 군전역에 걸쳐 비교적 고른 분포를 보이고 있고 그 중에서도 죽세공예업의 최적원료인 왕죽의 재배면적이 월

등하여 이 지역이 공예산업 발전에 최적의 입지조건을 지니고 있음을 알 수 있다. 그러나 최근까지 외제 죽세공예품들이 저가로 대량(약 80%)유입되면서 상품으로서의 가격경쟁력을 잃게된 데다가 재배농가의 원죽 생산의 과학적 재배관리 부진으로 국산원죽 가격이 상승하여 값싼 수입원죽을 이용함에 따라 죽제품의 품질저하의 요인까지 안게 되어 죽세공예업이 위축되어왔다. 뿐만 아니라 원죽생산농가들은 그들대로 죽림재배에 매력을 잃고 참다래, 딸기 등 고소득 특용작물재배로 전환함에 따라 죽림 생산농가마저 감소하는 악순환이 반복됨에 따라 이 지역경제 발전에 커다란 장애가 되고 있으므로 지역 특산물의 고부가가치적 활용을 위한 근본적 대책마련이 시급한 실정이다.

즉 그 동안 민속공예품으로서 정부의 꾸준한 관심과 지원을 받아왔으나 해외시장에서의 중국의 부상 및 내수시장에서의 합성수지등 대체재료 및 대체제품에 의해 쇠락의 길을 걸어온 담양군의 죽세공예업은 급변하는 산업환경의 변화의 물결에 휩쓸리면서도 사양화의 길목에서 벗어나 UR 이후 정부에서 추진하고 있는 지역특화산업 활성화 정책을 발판으로 재도약의 활로모색을 시도하여야 할 것이다.

표 1. 담양군내 읍면별 죽림분포 현황(2000년 현재)

구분 지역	죽종별 재배면적(ha)				소계 (ha)
	왕대	분죽	맹종죽	기타 오죽	
담양읍	22.5	15.0	4.7	-	42.2
봉산면	65.0	16.0	2.2	-	83.2
고서면	44.0	31.0	-	0.3	75.3
남면	136.0	33.5	-	-	169.5
창평면	76.0	21.0	-	-	97.0
대덕면	60.0	26.0	-	-	86.0
무정면	120.0	31.0	0.25	-	151.25
금성면	125.0	47.0	1.7	-	173.7
용면	78.0	25.0	1.0	-	104.0
월산면	219.2	48.0	5.65	-	272.85
수북면	48.5	19.0	0.95	-	68.45
대전면	92.5	42.5	2.85	0.2	138.05
계	1,087.7	355.0	19.30	0.5	1,461.50

전통적으로 담양은 온난한 기후에 강우량(년 1,100 - 1,200 밀리)과 토질이 대의 생육에 알맞아 전국 최고의 원죽 생산지로서 특히 대나무는 예를 소중히 여기는 담양인의 정신적 지주로 여겨져 담양군의 군목(郡木)으로 지정되어 지역주민의 사랑을 받으며 가꾸어져 왔다.

조선시대 이전인 고려시대와 삼국시대에도 민중들 사이에서 죽세공예를 했다는 기록이 있으며 1930 년대에는 담양 죽목이 전국 시장을 석권한 적이 있을 정도로 전성기를 구가한 바 있다. 또 1961년 부터 죽세공예품이 미주 등 해외시장에도 진출하는 등 활성화되었으나 60年代 후반부터 플라스틱 제품에 밀리면서 해외시장에서의 가격경쟁력 상실에다 정부지원 미흡 등 인색한 투자로 기계화나 기술개발이 되지 못해 영세 가내수공업 형태를 유지한 채 근근히 그 명맥을 이어왔으나 농촌노동인력의 감소와 수입 개방화에 따라 값싼 수입제품에 밀려 사양화의 길로 접어들면서 죽제품생산 종사가구의 소득이 격감, 군 전체의 지역경제에도 주름살이 지게 했다.

담양군에서는 이의 타개책으로 1980년부터 죽세공예 진흥대회를 개최하여 죽세공예업의 부흥을 위한 사회적 관심을 유도하기 시작했고 1981년에는 죽목박물관을 개관하면서 주변 전문상가와 더불어 죽제품의 생산과 판로를 활성화시키면서 전통의 죽세공예 산업을 진흥시키기 위한 노력을 기울이고 있다.

2. 연구목적

담양지역의 죽세공예품 산업은 고학력화에 따른 기능인력의 감소와 현대인의 의식 변화 및 생활양식의 서구화에 따라 새로운 감각의 수용이 불가피해짐에 따라 약 700여종에 이르던 전통적 수공예죽제품은 거의 사라지고 대자리류와 죽제 의자로 대표되는 가구류 등 수공예 기계가공을 가미한 일상생활용 죽제품만이 그 명맥을 이어오고 있다. 그러나 이들 죽제 가공품들이 전술한 바와 같이 값싼 수입 죽제품의 거센 도전으로 사양화됨으로써 지역경제의 주름살이 늘어만 가고 있는 실정이다.

따라서 죽제의 재질 특성에 따른 가공기술의 개발

및 고부가가치성 신제품의 설계기술 및 관련 생산기술의 개발이 적극 추진되어야 할 것이다. 즉 기존의 부가가치가 낮은 죽제품 생산형태에서 탈피하여 보다 부가가치가 높은 죽제 가공품을 개발함으로써 기업 대내외적인 어려움에 처해 있는 담양지역 죽가공업체의 경쟁력 제고 및 지역 죽림경영자들의 소득증대를 위한 적극적 방향전환이 필요한 시점이다.

이에 본 연구에서는 대자리(mat)등 단순 생활용품의 제조에만 쓰여오던 전남지방의 대표적 임산물인 대나무자원의 보다 효율적인 활용방안을 모색하기 위해 담양산 죽제의 악기재로서의 적합성 분석 및 악기부재 가공관련기술을 개발하고자 하였다. 이를 통해 죽제를 생산하는 지역주민의 소득을 한층 증대시키고 저가의 수입죽제품의 공세에 시달리면서 기업경쟁력을 상실해온 국내 죽세공예업체들로 하여금 고부가가치성 신제품 개발을 통해 새로운 활로모색을 위한 계기를 마련하고 죽제의 가공 및 악기재의 생산 엔지니어링 기술을 연구, 개발함으로써 IMF 이후 상대적으로 낙후되어온 농촌지역 경제의 도약을 위한 효율적 산학협력시스템의 모델을 제시하고자 하였다. 즉, 현재 담양지역에서 주로 생산되고 있는 기존의 대자리 제품 이외에 대나무 고유의 특성을 십분 이용한 고부가가치형 악기부재를 개발하기 위해 담양산 죽제의 기본물성 분석을 바탕으로 악기부재에 요구되는 재질특성과 이들 죽제와의 비교분석을 통해 해당 아이টে에 있어 최고의 품질을 지니는 제품을 생산할 수 있는 기술을 개발하고 연구 참여업체와의 긴밀한 협조체제를 구축하여 해당 악기부재의 제품생산 기술을 쉽게 현장에 적용할 수 있도록 하기 위한 엔지니어링 및 품질관리 시스템을 구축함으로써 죽제를 이용한 악기부재류의 생산을 통해, 결과적으로 침체된 담양지역 죽세공예업의 일단계 도약을 위한 활로를 모색하고 아울러 이 지역 죽제생산업자(죽림경영자)의 소득증대를 도모하고자 하였다.

3. 연구내용

본 연구에서는 대나무의 재질특성과 어울리는 악기부재의 개발을 위해 담양산 죽제의 기초재질에 관

한 이해를 바탕으로 적절한 개발대상 아이템을 결정하였다. 즉, 특정 악기 부재(部材)로서 요구되는 소재의 재질특성을 고려하여 대나무가 갖는 재질특성을 비교, 검토한 후 가공성 및 성능을 검토하는 방식으로 연구를 진행하였다.

관악기 연주에서 없어서는 안될 부분이 리이드(reed)이다. 연주자들은 리이드가 음질, 음색, 음정과 연주 기술에까지 많은 영향을 주기 때문에 자신이 선호하는 특정 리이드를 선택하고 본인에게 맞도록 다듬는 일은 매우 중요하게 생각한다. 연주자들은 일반적으로 리이드 1개당 5-10회 연주를 평균 수명으로 하기 때문에 연주자들은 일반적으로 10여 개를 번갈아 사용하고, 사용한 리이드는 하루 정도 마르게 해주는 방법으로 수명을 늘린다. 이처럼 연주자들은 좋은 연주를 위해 리이드의 선택과 더불어 그의 수명도 중요시하고 있다. 따라서 리이드의 습윤-건조 반복이력에 따른 리이드의 성능 유지(멜립체로서의 역할) 여부는 대단히 중요한 품질요소가 된다고 볼 수 있다.

리이드는 색서폰, 크라리넷 등 각종 관악기에 널리 쓰이고 있는 일종의 '멜립판'이다. 최초의 리이드 재료는 소나무, 전나무가 사용되었는데 오래 사용할 수 없다는 단점 때문에 오늘날 널리 사용되는 리이드의 재료는 대부분 갈대와 대나무 등이다. 안타깝게도 현재 우리나라에서 쓰이고 있는 리이드는 프랑스, 미국, 독일 등지에서 수입되고 있어 사용 전량 외국에 의존하고 있는 실정으로 대나무를 이용한 리이드의 생산과 수요충족이 시급하다고 할 수 있을 것이다. 이에 본 연구에서는 세계적으로 그 재질의 우수성을 인정받고있는 담양산 주요 대나무(왕대, 분죽 및 맹종죽)를 이용하여 수입 리이드를 대체할 수 있는 가능성을 규명해 보고자 하였다.

세계의 우수 제조업자들 및 과학자들에 의해 리이드의 품질향상을 위한 노력 및 연구가 진행되고 있고, 또한 우수한 리이드 재료의 개발을 위한 시도들이 계속되는 가운데 본 연구는 국산 신소재 개발과 미담상태의 국내 악기부재 생산기술의 첫 걸음을 내딛는 계기를 제공한다는 점에서 그 의의가 매우 크다고 생각된다.

II. 재료 및 방법

1. 공시(供試) 실험재료

가. 담양산 원죽(原竹)

수령이 2년생으로 추정되는 담양산 대표 죽종인 왕대(*Phyllostachys bambusoides* S. et Z.), 분죽(*Phyllostachys nigra* var. *henonsis* Stapf.) 및 맹종죽(*Phyllostachys pubescens* Mazel) 중 죽간(竹桿)이 통직하고 외관상 표면품질이 건전한 원죽을 죽종별로 각각 5본씩 별채하여 부위별 특성을 비교하기 위해 전장을 상, 중, 하 3구간으로 나눠 절단하여 통풍이 잘 되는 실내에서 보관하였다.

나. 수입 리이드(reed)

습윤-건조 침지실험의 대조구로 사용하기 위해 수입산(미국) 색서폰 리이드 제품 5 box(10개 입)을 구입하였다.

2. 담양산 죽재의 재질특성 및 물성 조사

가. 공시원죽의 외관특성

아래 Table 1은 담양산 공시원죽의 외관 규격 및 내부 특성의 평균치를 나타낸 것이다.

나. 죽종별 현미경적 특성

죽종별 섬유장은 흉고부위에서 채취하여 용해 후, 광학 현미경으로 측정하였으며 단면의 해부학적 특성을 관찰하기 위해 블록을 제작하여 중류수+글리세롤을 1:1의 비율로 혼합한 용액에 121°C에서 3시간 연화처리한 후, 슬라이드 마이크로톰을 이용하여 20 μ m 두께의 절편을 제작하고 이를 1% 사프라닌으로 2분간 염색한 후, 에틸알콜로 50, 70, 90, 95, 100 (%)로 탈수한후 임시 프레파라트를 제작, 광학현미경으로 관찰하였다(Ziess社 광학현미경. x50, x100)

다. 죽종별 물리적 특성

일단 초기 생재 함수율을 측정한 후, 비중, 수축률 및 흡수율 등 기본 물성을 측정하였다. 물리적 성질

의 측정 및 계산법은 한국공업규격 KS F2201 - F2204를 적용하였으며 리이드 가공을 위한 천연건조를 위해 3종의 원죽을 실내에서 약 3개월간 음건시키면서 평형함수율에 도달하도록 하였다.

(천연건조에 따른 함수율의 변화는 아래 Table 2 참조할 것)

라. 죽종별 기계적 특성

죽종별 가공특성 및 리이드 제품의 성능평가를 위한 척도로 삼기 위해 한국공업규격 KS F2206 - F2211에 따라 압축강도, 인장강도, 휨강도, 전단강도, 충격휨흡수에너지 및 활렬저항 등을 미국 United Calibration Corporation의 Model SFM-20 UTM으로 10mm/min의 하중속도(충격시험)를 적용하여 각 5반복으로 측정하였다.

3. 담양산 죽재를 이용한 리이드 가공

죽종별로 상, 중, 하 부위별로 일정한 폭으로 (15mm) 대를 쪼개고 3mm 두께, 70mm 길이로 절단한 후, 그라인더를 사용하여 리이드의 떨림판을 제조하였다. 떨림판의 끝마무리를 위해 트리머를 사용하여 죽종별(3) x 부위별(3) x 10개 씩 총 90개의 리이드를 제작하였다.

4. 침지-건조 반복 실험 및 성능 평가 시험

가. 침지-건조 반복 실험

담양산 죽재를 사용하여 만들어진 리이드 시제품과 수입된 미국산 리이드 제품의 성능평가를 위해 1시간 동안 냉수(tap water)에 침지시킨 후, 50°C 건조

Table 1. Dimensional characteristics of sample bamboos

bamboo species	total height(m)	clear length(m)	DBH*1(mm)	TBH*2(mm)
<i>Phyllostachys bambusoides</i>	15.9	6.8	82.3	8.0
<i>Phyllostachys nigra var. henonsis</i>	15.5	6.5	79.5	7.1
<i>Phyllostachys pubescens</i>	14.1	5.2	95.9	10.2

*1 : Diameter at Breast Height

*2 : Thickness at Breast Height

Table 2. 담양산 공시죽재의 천연건조에 따른평균 함수율의 변화

죽종	일 시 부 위	생재(6월 15일)	7월 24일	8월 18일	9월 18일 (실험시편)
		왕 대	상 부	91.50	12.54
	중앙부	92.46	10.70	10.84	9.11
	하 부	92.52	10.68	10.43	8.97
분 죽	상 부	80.67	12.30	10.71	9.23
	중앙부	80.98	12.40	11.21	9.56
	하 부	80.55	12.40	11.47	9.87
맹종죽	상 부	105.33	11.94	10.52	9.17
	중앙부	105.14	12.04	9.09	9.05
	하 부	105.27	12.72	11.10	9.95
수입Reed			9.84	10.03	9.22

기(drying oven)에서 4시간 동안 건조를 실시하는 5시간 동안의 침지-건조처리를 1 사이클(cycle)로 총 10 사이클을 진행하였으며 각 사이클이 끝날 때마다 리이드 말단부에서의 크랙의 발생시기 및 진행정도를 죽종별, 부위별로 비교하였다.

나. 리이드 말단부의 크랙(crack) 촬영

총 50시간 동안의 침지-건조 반복처리 10 사이클이 끝난 10종(3죽종 x 3부위 + 수입 리이드)의 리이드 제품의 말단부 크랙을 일반사진기로 촬영, 외관의 손상정도를 비교하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 담양산 죽재의 해부학적 성질

일반적인 목본류와는 달리 대나무는 병립 유관속이 모든 줄기의 기본조직 속에 산재하는 부제중심주(atactostele)의 구조를 이루고 있으며, 이에 따라 목본 식물에서 나타나는 원주상의 유관속 형성층은 발달되지 않고 그 결과 죽간(竹稭)의 2차 비대생장(肥大生長)은 나타나지 않는 것으로 보고되고 있다. (FPL, 1987), (김재생, 1975)

이창복(1982) 및 이재기 등(1987)에 따르면 죽중에 따라 약간의 차이가 있으나 대나무의 조직을 횡단면에서 관찰하면 최외층에 1겹의 후벽표피(epidermis)가 있으며 그 바로 아래쪽에 1 내지 3겹의 하표피(hypodermis)가 있고 곧바로 피층(cortex)이 존재한다. 병립 유관속은 안쪽에 목부가 자리잡고 있으며, 바깥쪽에 사부가 자리 잡고 있다. 이 유관속은 유관속초(vascular bundle)라 불리는 후벽(厚壁) 섬유조직으로 에워싸여 있게 된다. 목부는 대칭으로 있는

후생목부와 1 내지 수개의 원생목부로 이루어져 있으며 후생목부는 망문도관(rediculate vessel)으로 되어 있으나, 원생목부는 환문(annular)도관 또는 나선문(spiral)도관으로 이루어져 있다. 한편, 사부는 사관과 유세포로 구성되어 있는 바, 본 연구에 사용된 왕대, 분죽 및 맹종죽의 해부학적 구조는 매우 유사하여 상호 차이점을 구분하기 어려웠으며 다만 맹종죽의 경우 왕대나 분죽에 비해 하표피의 세포층이 약간 더 많아 일반적으로 그 두께가 두꺼운 데에 영향하는 것으로 나타났다. (소원택 등, 1999) [Fig.1, Fig.2, Fig.3 및 Fig.4 참조 및 아래 Table3 참조]

한편 섬유장에 있어서는 왕대 1.95mm, 분죽 1.75mm, 맹종죽 1.95mm으로 측정되었는 바, 죽종간 차이는 있으나 3 죽종 모두 국제목재해부학회(IAWA)에서 분류한 전수종의 섬유장 등급중 섬유장이 긴 등급인 V등급(1.6-2.2mm)에 포함되는 것으로 나타나(박상진 등, 1987) 리이드 제조에 유리한 수종임을 암시하고 있다. 즉, 섬유가 길 경우 짧은 것에 비해 진동특성이나 활렬저항성이 클 것으로 판단되기 때문에 예로부터 타수중에 비해 대나무의 리이드 소재로서의 사용이 활발했을 것으로 사료된다.

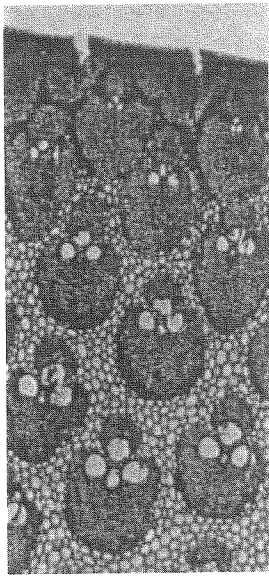
횡단면에 대한 광학현미경 관찰에 의하면 방사 방향으로는 섬유장 변이는 중간부위에서 섬유장이 가장 길고, 내부와 외부는 보다 짧은 것으로 나타났다. 담양산 3종의 죽재중 특히 왕대의 경우 중간부위 섬유는 일반적인 침엽수재의 가도관섬유(tracheid)의 길이에 가까운 평균 2.45mm의 매우 긴 섬유로 구성되어 있었다. 리이드는 그 구조상 주로 후벽표피(epidermis)와 하표피(hypodermis)등 외피 및 피층(cortex)를 포함한 외부쪽의 조직(비교적 짧은 길이의 섬유장 부위)을 사용하게 되므로 가급적 전체적으로 섬유장이 짧은 편인 분죽보다는 섬유장이 긴

Table 3. Microscopical characteristics of bamboos harvested in Tamyang region

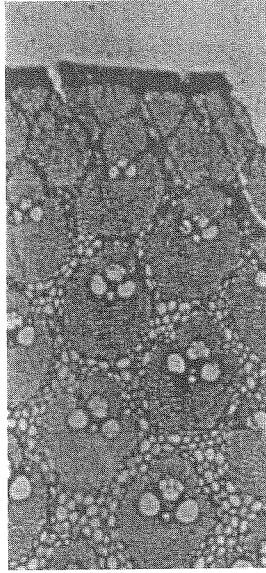
bamboo species	epidermis	hypodermis	proto-phloem	tylosis	vessel type
<i>Phyllostachys bambusoides</i>	1 layer	2-3 layers	present	present	reticulate
<i>Phyllostachys nigra var. henonsis</i>	1 layer	1-2 layers	present	present	reticulate
<i>Phyllostachys pubescens</i>	1 layer	1-2 layers	present or not	present	reticulate

왕대 및 맹종죽을 사용하는 것이 습윤-건조 및 진동에 견딜 수 있는 리이드를 제조하는 데에 적합할 것

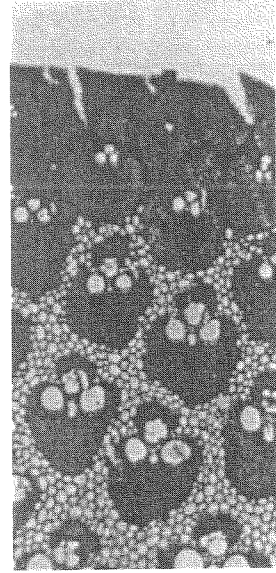
으로 사료된다. 수종별 해부학적 특징을 요약하면 다음 Table 3과 같다.



(a) upper



(b) intermediate

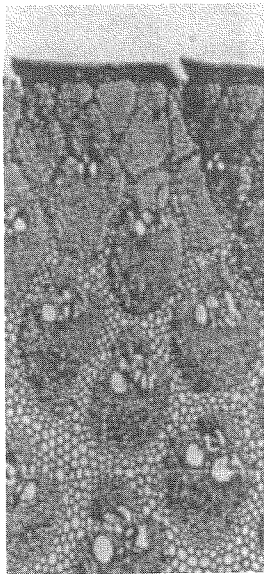


(c) lower

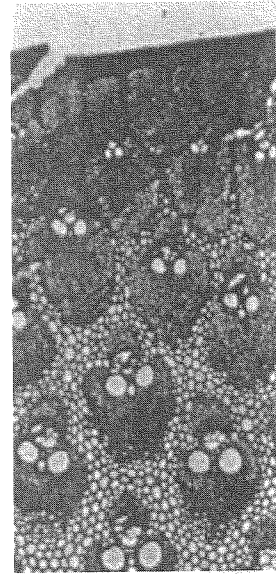
Fig. 1. Cross sectional view of *Phyllostachys bambusoides* S. et Z.



(a) upper



(b) intermediate



(c) lower

Fig. 2. Cross sectional view of *Phyllostachys nigra* var. *henensis* Stapf.

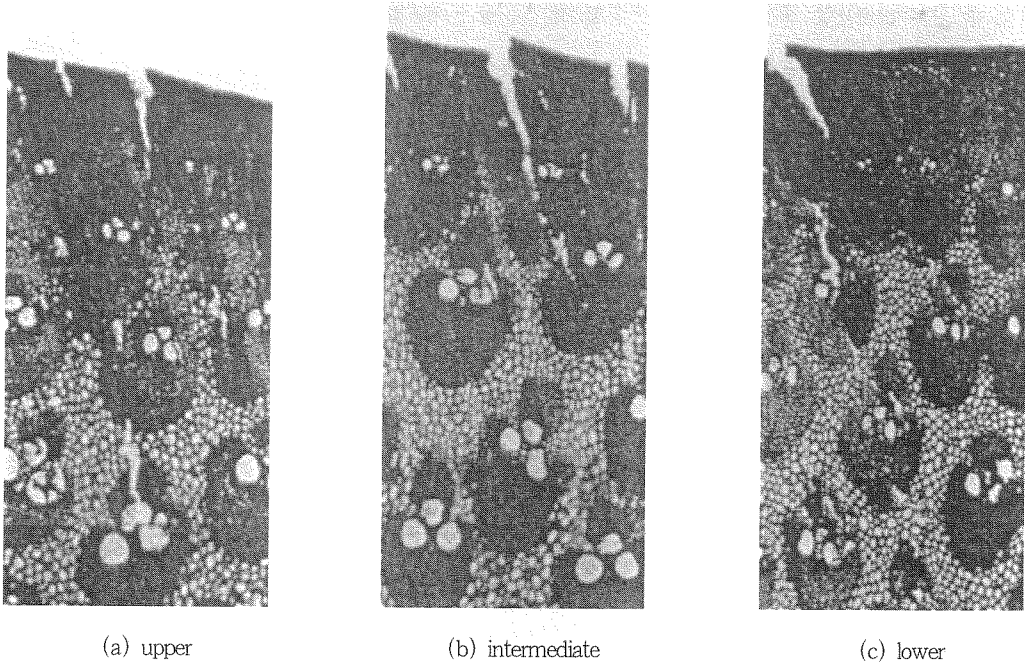


Fig. 3. Cross sectional view of *Phyllostachys pubescens* Mazel.

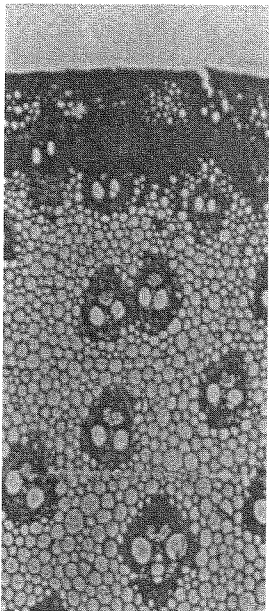


Fig. 4. Cross section view of imported reed.

2. 대나무의 물리적 성질

가. 생재함수율 및 밀도

담양산 왕대, 분죽, 맹종죽의 생재함수율과 밀도를 조사한 결과는 Table 4에 나타내었다. 본 연구에서 사용한 3종의 공시 대나무의 벌채시기는 6월 중순으로 물오름이 활발하고 강수량도 많은 때이며 따라서 죽종에 관계없이 대나무의 생재함수율은 비교적 높음을 볼 수 있다. 대나무 수종별로는 맹종죽의 함수율이 105.2%로 가장 높고 왕대 92.3%, 분죽 80.7%의 순으로서 유관속의 크기, 분포, 타일로스시스 등 세포조직적 특성에 따른 수분의 이동 및 투과특성을 무시하고 생재함수율에 의한 내부 함수량만을 고려할 경우 천연건조에 의한 대나무 건조가공상 맹종죽의 건조시간이 가장 오래 소요될 것으로 예상되었으나 Table 2에서 언급한 바와 같이 통풍이 잘되는 실내에서의 건조속도의 차이는 죽종간에 유의적 차이가 없는 것으로 판단되었다.

횡단면상의 세포배열에서 관찰한 바와 같이 대나무는 두께방향으로 세포조직의 치수 및 배열이 현저히 다르기 때문에 표피부분인 외측과 내피부분인 내측으로 구분하여 음향학적으로 중요시 취급되는 그 밀도를 측정하였다. 위 Table 4에 나타난 바와 같이 마디사이의 경우 3수종 모두 외측이 0.68-0.85g/cm³으로 비교적 밀도가 높고 내측의 밀도는 0.45-0.50 g/cm³로서 외측의 65% 수준에 불과할 정도로 매우 작은 값을 나타냄으로써 예상한 대로 죽종에 상관없이 내부조직의 밀도가 낮음을 확인할 수 있었다. 전술한 대로 리이드의 경우 주로 외부조직을 사용하므로 밀도에 따른 음향특성을 고려하여 악기별로 적합한 죽종을 선택할 필요가 있게 된다. 즉, 죽종별로 외부밀

도가 맹종죽 0.68 <왕대 0.77 <분죽 0.85 g/cm³의 순으로서 나타났으므로 악기(saxophone)의 음역에 따라 (tenor 또는 alto 등) 리이드 소재의 선정을 차별화해야 할 것으로 판단된다.

한편, 정희석(1993)의 연구보고에 의하면 담양산 3죽종 공히 전건밀도에 의한 Richardson의 분류에 따르면 0.50 g/cm³ 이상의 고밀도재에 포함된다고 할 수 있다. 또 소원택 등(1999)에 의하면 3죽종 공히 모두 기부에서 초단부로 갈수록 기건밀도가 현저하게 증가하며 그 증가율은 맹종죽이 가장 빠르고 분죽이 가장 늦은 것으로 보고된 바 있다. 그들은 기부에서는 맹종죽 <왕대 <분죽의 순으로 기건비중이 크지만 상부로 갈수록 그 차이가 좁혀져서 대략적으로 25번째 마디부터는 맹종죽의 기건비중이 가장 높고 30번째 마디 이후는 오히려 분죽의 기건비중이 가장 작아졌다고 보고함으로써 죽종별 뿐 아니라 부위별로도 리이드 가공시 소재선정의 주의가 요망됨을 알 수 있다.

나. 수축률과 흡수량

리이드의 사용조건에 따라 발생하게 되는 습윤-건조의 상황은 리이드의 팽윤-수축을 강요하게 되므로 관악기용 떨림판(reed) 소재로서의 죽종별 흡수율 및 수축률(또는 팽윤률)에 대한 사전정보는 제품의 성능을 예측하는 데에 중요하다 할 수 있을 것이다. Table 5는 담양산 왕대, 분죽, 맹종죽의 수축률과 흡수량을 나타내고 있다.

죽종간 전수축률을 비교해보면 전체적으로 왕대>맹종죽>분죽의 순으로 나타남으로써 밀도가 큰 분죽이 수축면에서는 오히려 작아 수분에 자주 노출되는 리이드 제품의 첫수안정성을 보장할 수 있는 수

Table 4. Green moisture content and wood density of sample bamboos

bamboo species	green M.C.(%)	wood density of internode(g/cm ³)		
		outer 1/3	inter 1/3	total
<i>Phyllostachys bambusoides</i>	92.3	0.77	0.45	0.60
<i>Phyllostachys nigra var. henonsis</i>	80.7	0.85	0.50	0.67
<i>Phyllostachys pubescens</i>	105.2	0.68	0.47	0.55

중임을 알 수 있었다. 또한 방향별 수축율도 일반목재가 접선방향 수축이 가장 큰데 비해 대나무는 3수종 모두 방사방향 즉 대나무 두께방향의 수축이 접선방향보다 큰 특징을 보여 이방성을 나타내지 않고 있음을 알 수 있고 이는 접선방향으로 가공되는 리이드의 경우 매우 바람직한 현상으로 볼 수 있다.

또한 접선방향과 방사방향의 수축비를 나타내는 T/R율도 일반목재의 경우 2.0정도인데 비해 1.0이하의 값을 나타내고 있다. 섬유방향 수축은 맹종죽이 가장 심한 수종으로 조사되었으며, 대나무의 목리방향별 수축이방성은 세로방향과 가로방향의 수축률 차이가 매우 큰 반면에 가로방향인 방사방향과 접선방향 간의 수축률 차이는 극히 작아서 섬유방향과 횡단방향간의 2방향 이방성만을 갖는 것으로 나타났다.

흡수량 시험결과 방사면과 접선면에서는 왕대가 0.070 및 0.040g/cm²로서 흡수성이 가장 크고 분죽과 맹종죽은 각각 0.060, 0.061g/cm² 및 0.032, 0.031g/cm²로 매우 유사한 흡수성을 보였다.

3. 대나무의 강도적 성질

왕대, 분죽, 맹종죽의 기본적인 강도적 성질 중 리

이드 제조와 관련된 휨강도, 영률(率), 전단강도, 충격강도, 할렬강도 및 경도를 측정한 결과는 Table 6과 같다. 표에 의하면 휨강도, 휨영계수 및 전단강도에서도 모두 비중이 큰 분죽의 강도적 성질이 가장 뛰어난 수종으로 측정되었으며 비중이 작은 맹종죽이 가장 약한 수종으로 나타났다. 또한 충격강도 또한 예상대로 분죽이 2.19kgf/cm²로 가장 높았으나 왕대보다 비중이 작았던 맹종죽이 2.18kgf/cm²로서 충격흡수능력이 왕대에 비해 양호한 것으로 나타나 특이한 경향을 보여주었다. 한편 리이드 성능의 중요한 척도가 될 것으로 예상되는 할렬강도는 비중이 큰 분죽이 오히려 86.2kgf/cm로 가장 약하고 상대적으로 가벼운 수종인 맹종죽이 97.5kgf/cm로서 가장 할렬저항이 강한 수종으로 조사되었는데 할렬강도는 대나무의 할죽 가공성을 나타내는 지표이기도 하지만 역으로 리이드 사용시 갈라짐에 대한 저항력이기도 하므로 분죽을 사용할 시 유의할 필요가 있을 것으로 사료된다.

대나무의 경도는 외피측 표면과 내피측 이면 및 두께1/2의 내부로 구분하여 측정된 결과, 종중별로는 왕대 1.35-2.65kgf/mm², 분죽 1.67-3.21kgf/mm², 맹종죽 1.02-2.34kgf/mm²로서 압축강도와 마찬가지로 분죽이

Table 5. Shrinkage and water absorption of sample bamboos harvested in Tamyang region

bamboo species	total shrinkage(%)				water absorption(g/cm ²)		
	R	T	L	T/R	R	T	L
<i>Phyllostachys bambusoides</i>	7.95	6.05	0.09	0.77	0.070	0.040	0.584
<i>Phyllostachys nigra var. henonsis</i>	5.75	5.55	0.11	0.95	0.060	0.032	0.615
<i>Phyllostachys pubescens</i>	6.45	5.80	0.20	0.90	0.061	0.031	0.305

* R, T, L stand for radial, tangential and longitudinal direction respectively.

Table 6. Main mechanical properties relating to reed quality of sample bamboos

bamboo species	bending (kgf/cm ²)	MOE (kgf/cm ²)	shea (kgf/cm ²)	cleavage (kgf/cm)	impact (kgf-m/cm ²)	hardness(kgf/mm ²)		
						outer	middle	inner
<i>Phyllostachys bambusoides</i>	1,520	83,000	172	93.5	1.92	2.65	1.35	1.43
<i>Phyllostachys nigra var. henonsis</i>	1,705	105,000	191	85.7	2.29	3.21	1.67	2.23
<i>Phyllostachys pubescens</i>	1,440	78,000	170	98.1	2.18	2.34	1.02	2.11

가장 강하고 맹종죽이 가장 약한 수종으로 나타났다. 측정부위별로는 3수종 모두 표면의 경도가 가장 높고 다음으로 이면이 높으며 죽재의 내부는 매우 약하여 표면경도는 절반수준인 평균적으로 46%에 불과한 경도를 나타냈다. 일반적으로 리이드의 두께를 3밀리 정도로 규정할 때, 리이드의 몸통이 대부분 외표피(dermis) 및 피층(cortex)를 포함하는 바깥쪽(outer)으로 구성되는 점을 고려한다면 분죽이 가장 우수하고 왕대 및 맹종죽의 순으로 사용하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

4. 리이드 가공특성 및 습윤내구성

가. 리이드 가공 특성

본 연구에서는 담양산 3 죽종을 사용하여 총 90개의 색서폰용 리이드를 제작하였는 바, 그 작업과정은 절단(cutting) 및 활죽(splitting) 그리고 연삭(grinding) 등의 가공을 통해 이루어졌다. 리이드 제조과정에 있어 죽종별로 특이한 가공상의 차이점은 없었으나, 대량생산을 위해서는 균일한 폭으로 죽재를 쪼갤 수 있는 장비가 필요하고, 후벽표피의 존재로 연마저항이 목재에 비해 훨씬 큰 죽재를 가공하여 리이드의 떨림부를 제작하기 위해서는 본 연구에서 채택하였던 연삭작업보다 생산성(절삭력)이 뛰어난 방법이

개발되어야 할 것으로 판단된다. 예를 들면 대패가공(planing)에 의한 방법이 있을 수 있겠으나 이 작업도 적절한 송재기구를 개발하지 않으면 작업자의 위험성이 상존할 뿐 아니라 생산성 또한 그다지 기대할 수 없을 것으로 판단되어 향후 자동화를 위한 연구가 계속되어야 할 것으로 본다.

나. 국산 리이드의 습윤-건조 내구성

아래 Table 7은 본 연구를 통해 개발을 시도한 담양산 죽재로 가공된 리이드와 수입 리이드 간의 침지-건조 반복시험에 대한 크랙 발생정도를 나타낸 것으로 리이드 제품의 성능 유지도의 척도라 할 수 있는 정보이다. 표에 의하면 담양산 죽재로 만들어진 리이드의 평균 크랙 발생율은 각각 왕대가 42%, 분죽이 42%, 그리고 맹종죽이 25%로 나타나 4개 중 2개의 시편에서 트랙이 발생한 수입제품에 비해 습윤-건조에 대한 안정성을 나타내고 있어 국산 죽재로 된 리이드제품의 개발에 청신호를 보내고 있다. 또한 담양산 죽종 가운데서 맹종죽으로 만들어진 리이드의 습윤-건조 저항성이 가장 큰 것은 맹종죽의 활렬강도가 가장 우수하였던 것에 기인한 것으로 판단되어 국산 리이드 개발에 우선적으로 고려해야 할 죽종으로 사료된다. 한편 최초 크랙발생시기에 있어서도 수입제품이 2 사이클 만에 발생하였고 담양산

Table 7. 침지-건조 반복처리에 따른 죽종별 크랙 발생시기 및 최종 결과

sample	최초발생시기 (cycle)	크랙 크기(mm)	10cycle후 크랙발생 결과(%)	평균 발생률 (%)
왕대-상부	3	1.0	1/4(25%)	
왕대-중앙부	1	2.0	2/4(50%)	5/12(42%)
왕대-하부	2	1.1	2/4(50%)	
분죽-상부	1	1.0	1/4(25%)	
분죽-중앙부	1	2.1	3/4(75%)	5/12(42%)
분죽-하부	3	1.1	1/4(25%)	
맹종죽-상부	6	1.0	1/4(25%)	
맹종죽-중앙부	2	0.9	1/4(25%)	3/12(25%)
맹종죽-하부	3	1.0	1/4(25%)	
수입 리이드	2	1.0	2/4(50%)	2/4 (50%)

왕대 및 분죽이 각각 1내지 3 사이클 만에 크랙이 발생했던 것에 반하여 맹종죽의 경우는 2 내지 6 사이클 만에 크랙이 발생하는 것으로 보아 역시 리이드 소재로서의 우수한 재질특성을 나타냄을 알 수 있었으며 크랙의 길이에 있어서도 맹종죽과 수입재의 경

우 1mm 이내에 그침으로써 왕대나 분죽에 비하여 양호한 특성을 나타내었다.

아래 Fig. 5 - Fig. 8은 죽종별, 부위별 리이드 제품의 침지-건조 반복시험 10사이클 후의 모양을 촬영한 것이다.

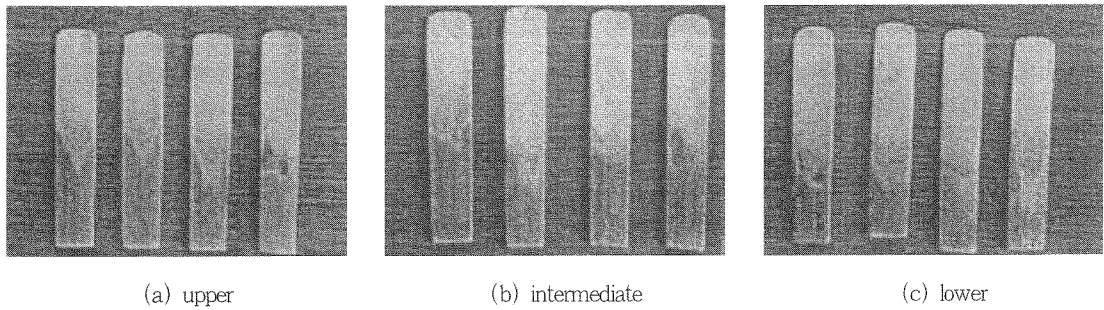


Fig. 5. Reeds made of *Phyllostachys bambusoides* S. et Z. after 10 cycles.

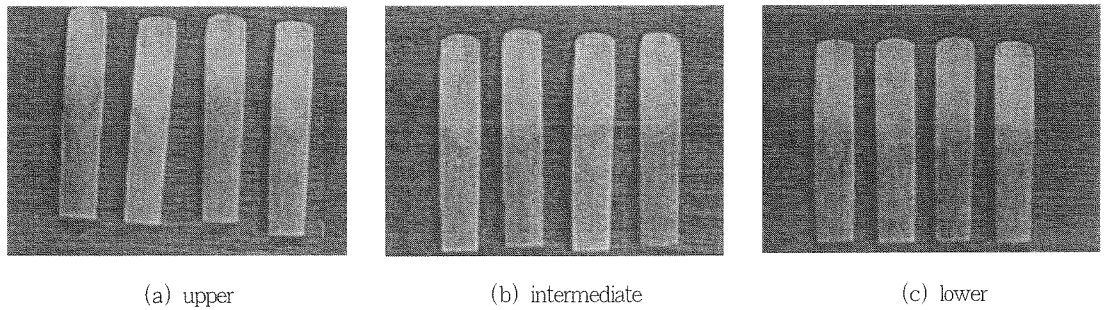


Fig. 6. Reeds made of *Phyllostachys nigra* var. *henonsis* after 10 cycles.

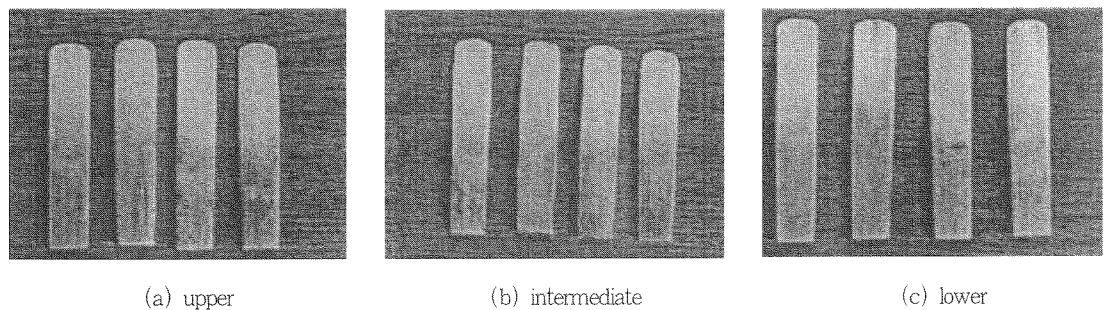


Fig. 7. Reeds made of *Phyllostachys pubescens* Mazel after 10 cycles.

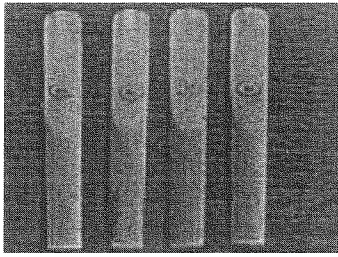


Fig. 8. Imported reeds after 10 cycles soaking.

IV. 결론

본 연구는 공예소품 및 대자리(mat) 등 단순 생활용품의 제조에만 쓰여오던 전남지방의 대표적 임산물인 대나무자원의 보다 효율적이고 고부가가치적인 활용방안을 모색하기 위해 담양산 죽재의 악기재로서의 적합성 분석 및 악기부재 가공관련기술을 개발하고 이를 통해 죽재를 생산하는 지역주민의 소득증대를 도모하고 저가의 수입죽제품의 공세에 시달리면서 기업경쟁력을 상실해온 국내 죽세 공예업체들로 하여금 고부가가치성 신제품 개발을 통해 새로운 활로모색을 위한 계기를 제공하고자 시도되었다. 본 연구에서는 담양산 죽재의 명성, 품질 및 부가가치 등을 고려하여 개발대상 아이টে으로 국내 음악계에서 현재 전량 수입에 의존하고 있는 색서폰(saxophone) 용 혀(reed: 이하 '리이드'라 함)로 결정하고 죽재의 재질특성, 가공성 및 리이드의 품질특성을 죽종별로 비교, 그 악기소재로서의 개발가능성을 규명하였다. 본 연구를 통해 얻은 주요결론은 다음과 같다.

첫째, 담양산 왕대, 분죽 및 맹종죽의 별채 직후의 생재함수율은 각각 92.3%, 80.7% 및 105.2%로 죽종간의 차이가 심하였으나 약 3개월간의 실내음건을 실시할 경우, 마감함수율이 약 97% 내외로 평형에 이르렀으며 죽종간 평형함수율의 차이는 미미하여 리이드 서재의 건조특성은 3죽종 공히 양호한 것으로 나타났다.

둘째, 왕대, 분죽 및 맹종죽의 현미경적 구조는 매우 흡사하였으나, 섬유장의 길이는 왕대 1.95mm, 분

죽 1.75mm 및 맹종죽 1.95mm로 IAWA 분류상 섬유장이 가장 긴 V등급으로 판명되어 리이드의 진동거동 및 습윤조건 수행에 유리한 수준으로 판명되었다.

셋째, 담양산 대나무의 밀도는 왕대 0.45-0.77 g/cm³, 분죽 0.50-0.85 g/cm³, 맹종죽 0.47-0.68g/cm³로 나타남으로써 3죽종 공히 고밀도재에 속하는 것으로 분류되었다. 한편, 리이드의 제조에 직접 쓰이는 외부표피 및 피층(cortex)을 포함하는 바깥쪽 죽재의 밀도는 분죽이 가장 높고, 그 다음이 왕대 및 맹종죽의 순으로 나타남에 따라 죽종별로 진동특성이 다를 것으로 예측되므로 악기의 최종 음역에 따라 죽재 소재를 차별화할 필요가 있을 것으로 판단된다.

넷째, 죽종간 전수축율을 비교하면 왕대 > 맹종죽 > 분죽의 순으로 나타나 비중이 높았던 분죽의 수축량이 가장 낮은 특이한 현상을 보여주었고 따라서 리이드의 칫수안정성만을 고려한다면 분죽의 선택이 바람직한 것으로 판단되었다. 한편 3죽종 공히 두께방향(방사방향) 수축율에 비해 접선방향의 수축율이 작게 나타남으로써 접선방향으로 가공되는 리이드의 가공에 적합한 재질특성을 지님을 알 수 있었다.

다섯째, 리이드 제조와 관련된 담양산 죽재의 강도적 성질 중, 휨강도, 휨영계수, 전단강도 등에서 밀도가 큰 분죽이 가장 큰 값을 나타내었으며, 충격강도 또한 예상대로 분죽이 가장 높게 나타났으나 왕대보다 밀도가 낮은 맹종죽의 충격흡수능력이 더 크게 나타나는 특이한 현상을 나타냄으로써 내부구조에 대한 세포조직과 관련된 추가적인 연구의 필요성이 있다고 사료된다.

여섯째, 리이드 성능의 중요한 척도가 되는 할렬강도의 경우, 비중이 큰 분죽이 가장 약하고 상대적으로 가벼운 수준인 맹종죽이 가장 강한 할렬저항을 나타냄으로써 리이드 제조시 분죽 사용에 유의할 필요가 있다고 판단된다.

일곱째, 리이드의 사용특성을 좌우하는 또 하나의 척도인 경도에 있어서는 예상대로 밀도가 높은 분죽의 경도가 가장 크게 나타났다. 이렇듯 각 죽종별로 각기 상이한 물성 및 기계적 성질을 보여주고 있으므로 리이드 제작자는 제품의 최종사양 및 사용조건 등을 고려하여 최적의 재료를 선택하도록 하여야 할

것이다.

여덟째, 절단, 활죽, 연삭 등 담양산 왕대, 분죽 및 맹종죽의 리이드의 가공특성은 양호한 편이었으나 대량생산을 위해서는 연삭을 대신할 수 있는 가공방법(예: 자동화 대패가공기 등)을 개발하여야 할 것이다.

아홉째, 담양산 죽재를 사용하여 만든 리이드에 대한 수입산 리이드 제품과의 침지(浸漬)-건조 반복시험결과 크랙의 발생정도는 수입산 리이드가 50%, 국내산리이드가 약 36%로 적게 나타났다. 크랙발생은 곧 리이드의 수명과 연관된다는 생각에 리이드의 수명 면에서는 담양산 대나무의 리이드재료로서의 대체가능성은 충분히 있다고 보며 담양산 맹종죽의 습윤-건조 저항성이 가장 우수한 것으로 나타났는 바, 이는 맹종죽의 우수한 활렬 저항과 충격흡수율에 기인한 것으로 판단되며 종합적으로 고려할 때, 담양산 죽재中 리이드 제조용 적정 소재로는 맹종죽이 가장 우수한 것으로 판단되며 향후 대량생산 시스템에 맞는 기계 개발 및 생산공정 설계를 구상하면 담양산 죽재의 고부가가치적 활용을 위한 구체적인 사업화 방안이 마련될 것으로 기대하는 바이다.

인용 문헌

1. 김재생(1975), 대나무류의 維管束에 對한 형태학적 연구, 한국임학회지 (25): 13-47.
2. 김태욱(1994), 원색도감-한국의 수목. (주)교학사: 597-605
3. 박상진 외 2인(1990), 목재조직과 식별, 鄉文社: 170-174
4. 소원택, 정우양, 이형우(1996), 담양지역 왕대, 분죽 및 맹종죽의 성장특성, 한국가공학회지 7(1/2): 29-37.
5. 소원택, 김운수, 정우양, 이형우 외 3인, 담양지역 왕대, 분죽 및 맹종죽의 성장특성, 목재공학 27(2): 7-14.
6. 이재기, 박상진(1987), 潭陽地方 왕대屬 4種의 組織 및 稈內 變異性, 木材工學 15(3): 14-23.
7. 이창복(1982), 樹木學, 鄉文社: 218-220

8. 정희석(1993), 木材理學, 서울대학교출판부: 62-63.
9. Forest Products Laboratory(1987), Wood handbook: Wood as an engineering material, USDA Forest Service, Agriculture HB 72: 1-11.

참고 문헌

1. 권영한(1992), 재미있는 나무이야기, 전원문화사: 22-26
2. 김정필(1994), 건강 대자리 품질 고급화를 위한 문양도안 및 디자인 개발에 관한 연구, 전라남도 농업기술개발연구보고서 51p.
3. 김진열(1993), 담양지역 죽세공예품에 관한 고찰, 전남대학교 교육대학원.
4. 담양군(1980), 죽세공예산업 진흥 10개년 계획.
5. 山林廳(1981), 林業技術(育林, 經營, 利用), 山林廳: 768-771.
6. 신장순(1988), 한국 죽세공예 산업의 육성에 관한 연구 - 담양 죽세공예수출 所得제고를 중심으로, 전남대학교 經營大學院.
7. 임경빈(1988), 나무百科(3), 일지사: 316-333.
8. 조무연(1989), 韓國樹木圖鑑, 아카데미서적: 56-59.
9. 홍병화(1988), 한국산 竹材의 동력학적 性質, 木材工學 16(1): 45-54.
10. A. P. Schniewind(1989), Concise encyclopedia of wood & wood-based materials, Pergamon Press, 19-26.
11. 牧野富太郎(1978), (牧野)新日本植物圖鑑, (株)北隆館: 702-707
12. 林業試驗場編(1973), 목재공업ハンドブック, 日農林水産省: 262-263.
13. 林稱榮(1992), 山溪カラ-名鑑 - 日本の 樹木, 山と溪谷社: 60-74