

# COMPUTER를 이용한 韓國産 木材의 識別에 관한 研究\*<sup>1</sup>

李元用\*<sup>2</sup> · 全壽京\*<sup>2</sup>

## Computer-Aided Korean Wood Identificaton\*<sup>1</sup>

Won Yong Lee\*<sup>2</sup> · Su Kyoung Chun\*<sup>2</sup>

### SUMMARY

In order to identify an unknown wood sample native to Korea, the softwood databases(KSWCHUN; Korean SoftWood CHUN) and the hardwood databases(KHWCHUN; Korean HardWood CHUN) had been built, and the new computer searching programs(IDINEX; Identification INformation EXpress) has been written in Turbo Pascal(V.5.0) and in Macro Assembly(V.5.0). The characters of the data were based on the 74 features of softwood and on the 148 features of hardwood which are a part of new "IAWA list of microscopic features for hardwood identification" published in 1989. For the purpose of this investigation the wood anatomical nature of 25 species of softwood(13 genera of 5 families) and of 112 species of hardwood(57 genera of 31 families) were observed under a scanning electron microscope and light microscope, and a lot of literature used.

The IDINEX programs are based on edge-punched card keys, with several improvements. The maximum number of features in the IDINEX is 229, but that is fixed for a given database. Large numbers of taxa are handled efficiently and new taxa easily added. A search may be based on sequence numbers of features. Comparisons are made sequentially by feature and taxon using the entire suite of features specified to produce the list of possible matching taxa.

The results are followings.

- (1) The databases of Korean wood and the searching programs(IDINEX) had been built.
- (2) The databases of Korean wood could be an information to search an unknown wood.
- (3) The databases would be valuable, for the new features, which were not mentioned in Korean wood up to the present, were observed in details.
- (4) The ultrastructures of the cell walls(warty layer) and crystals observed under a scanning electron microscope will be helpful to search an unknown wood in particular.
- (5) The searching process is more quick and accurate than the others.

\*1. 接受 1990年 4月 14日, Received April 14, 1990

이 논문은 1988년도 문교부 지원 한국학술진흥재단의 자유공모과제 학술연구조성비에 의하여 연구되었음.

\*2. 江原大學校 林科大學 College of Forestry, Kangweon National University, Chunchun 200-701, Korea

(6) We can obtain the information on the differences of a species from the other and search an unknown wood using probability, in IDINEX.

(7) The IDINEX will be utilized to identify and classify an animal life, vegetable world, mineral kingdom, and so on.

## 1. 緒 論

木材의 識別方法은 植物分類의 檢索技術과 마찬가지로 크게 2又式(우상분기법: dichotomous system)과 多口式(편치 카드법: multiple entry system)의 두 종류가 있다. 2又式은 木材의 여러 解剖學的 성질에 대한 한가지 성질의 有無에 의하여 두개씩 나누는 다음 다시 별도의 다른 성질의 有無에 따라 계속 두개씩 나누어 가면서 하나씩 하나씩 樹種을 다른 樹種과 識別하여 가는 방법이다. 이에 반하여 多口式은 2又式보다 개선된 방법으로 어떤 樹種에 대하여 특징이라 생각되는 거의 모든 해부학적 성질을 한 카드(때에 따라서는 그 이상)에 편치하여 樹種을 識別하는 방법이다.

그러나 우리나라에서는 아직까지 2又式에 의한 檢索表에 의하여 樹種이 識別되고 있다. 더우기 識別에 필요한 성질의 記載가 충분하지 못한 樹種이 많을 뿐만 아니라 그 내용이 不分明한 것도 많다.

그런데 최근 樹種別로 木材의 해부학적 여러 성질을 computer에 調査 入力하여 樹種을 識別하는 방법이 세계적으로 활발히 研究되고 있다. 즉 IAWA(International Association of Wood Anatomists)에서는 木材識別의 computer이용에 관한 委員會를 두고 識別에 필요한 一覽表製作 및 code化가 進行되고 있다. 또한 그후 IAWA 小委員會는 standard list를 개정하여 1988年 10月 North Carolina State University에서 小委員會를 개최하였으며 그 후 새로운 IAWA standard list<sup>4)</sup>(221 feature numbers)를 만들어 1989年 10월에 발표한바 있다.

따라서 우리나라産 木材를 정확히 識別하기 위하여는 既存의 2又式에 의한 識別方法으로 많은 樹種을 처리하기에는 어려운 실정이다. 그러나 computer에 의한 많은 樹種의 木材識別도 木材의

여러 성질을 기초로 하는 것이며 이러한 기초적인 지식이 없이는 이루어질 수 없다.

本 研究의 목적은 木材를 識別하기 위하여 최근 研究되고 있는 computer에 의한 식별법을 이용하여 우리나라産 針葉樹材 5科 13屬 25種과 闊葉樹材 31科 57屬 112種에 대하여 光學顯微鏡과 走査電子顯微鏡으로 各 樹種의 해부학적 특징을 調査하여 personal computer에 入力한다음 識別 Program (IDINEX, IDentification INformation EXpress)을 새로 開發하여 우리나라産 木材에 대해 체계적이고 신속 정확하게 識別하는데 있다.

## 2. 材料 및 方法

### 2.1. 供試樹種

本 研究에 사용된 供試樹種은 우리나라産 針葉樹材 5科 13屬 25種과 闊葉樹材 31科 57屬 112種으로서 주로 本 大學 林産加工學科의 木材標本室에 소장되어 있는 木材標本을 사용하였고 同 標本室에 없는 樹種에 대하여는 產地에서 직접 採取하여 사용하였으며 그 樹種의 일람표는 Table 1과 같다. 다음의 番號는 韓國樹木圖鑑<sup>23)</sup>(林業試驗場)에 있는 것과 같은 番號이다.

Table 1. Sample tree

Number of Code	Common Name	Scientific Name	Family Name
1	은행나무	<i>Ginkgo biloba</i> L.	은행나무과 Ginkgoaceae
2	주목	<i>Taxus cuspidata</i> S. et Z.	주목과 Taxaceae
3	비자나무	<i>Torreya nucifera</i> S. et Z.	주목과 Taxaceae
5	잣나무	<i>Pinus koraiensis</i> S. et Z.	소나무과 Pinaceae
7	설잣나무	<i>Pinus parviflora</i> S. et Z.	소나무과 Pinaceae
8	스트로브잣나무	<i>Pinus strobus</i> L.	소나무과

9	리기다소나무	<i>Pinus rigida</i> Miller	Pinaceae 소나무과	51	왕버들	<i>Salix glandulosa</i> Seem.	버드나무과 Salicaceae
11	팡크스소나무	<i>Pinus banksiana</i> Lambert	Pinaceae 소나무과	55	버드나무	<i>Salix koreensis</i> Andersson	버드나무과 Salicaceae
12	곰솔	<i>Pinus thunbergii</i> Parlat.	Pinaceae 소나무과	57-1	수양버들	<i>Salix babylonica</i> L.	버드나무과 Salicaceae
13	소나무	<i>Pinus densiflora</i> S. et Z.	Pinaceae 소나무과	87	물피나무	<i>Platycarya strobilacea</i> S. et Z.	가래나무과 Juglandaceae
16	일갈나무	<i>Larix gmelini</i> var. <i>principis-rupprechtii</i> (Mayr) Pilger	Pinaceae 소나무과	88	중국물피나무	<i>Pterocarya stenoptera</i> Dc.	가래나무과 Juglandaceae
17	일본일갈나무	<i>Larix leptolepis</i> Gordon	Pinaceae 소나무과	89	가래나무	<i>Juglans mandshurica</i> Max.	가래나무과 Juglandaceae
18	가문비나무	<i>Picea jezoensis</i> Carrier	Pinaceae 소나무과	91	저채수나무	<i>Betula costata</i> Trautvetter	자작나무과 Betulaceae
20	종비나무	<i>Picea koraiensis</i> Nak.	Pinaceae 소나무과	92	사스래나무	<i>Betula ormanii</i> Chamisso	자작나무과 Betulaceae
22	솔송나무	<i>Tsuga sieboldii</i> Carrier	Pinaceae 소나무과	93	박달나무	<i>Betula schmidtii</i> Regel	자작나무과 Betulaceae
23	젧나무	<i>Abies holophylla</i> Maximowicz	Pinaceae 소나무과	94	개박달나무	<i>Betula chinensis</i> Max.	자작나무과 Betulaceae
24	분비나무	<i>Abies nephrolepis</i> Max.	Pinaceae 소나무과	95	자작나무	<i>Betula platyphylla</i> var. <i>japenica</i> Hara	자작나무과 Betulaceae
25	구상나무	<i>Abies koreana</i> Wilson	Pinaceae 소나무과	96	뿔박달나무	<i>Betula davurica</i> Pallas	자작나무과 Betulaceae
27	낙우송	<i>Taxodium distichum</i> Rich.	Taxodiaceae 낙우송과	98	오리나무	<i>Alnus japonica</i> Steudel	자작나무과 Betulaceae
28	눈쭈백	<i>Thuja koraiensis</i> Nakai	Cupressaceae 쭈백나무과	100	물오리나무	<i>Alnus hirsuta</i> (Spach) Rupr.	자작나무과 Betulaceae
29	서양쭈백	<i>Thuja occidentalis</i> L.	Cupressaceae 쭈백나무과	101	뿔겉나무	<i>Alnus hirsuta</i> var. <i>sibirica</i> (Spach) Schneider	자작나무과 Betulaceae
30	쭈백나무	<i>Thuja orientalis</i> L.	Cupressaceae 쭈백나무과	107	까치박달	<i>Carpinus cordata</i> Blume	자작나무과 Betulaceae
31	퀼백	<i>Chamaecyparis obtusa</i> Endl.	Cupressaceae 쭈백나무과	108	개서어나무	<i>Carpinus tschonoskii</i> Max.	자작나무과 Betulaceae
33	향나무	<i>Juniperus chinensis</i> L.	Cupressaceae 쭈백나무과	110	서어나무	<i>Carpinus laxiflora</i> Blume	자작나무과 Betulaceae
34	연필향나무	<i>Juniperus virginiana</i> L.	Cupressaceae 쭈백나무과	118	너도밤나무	<i>Fagus multinervis</i> Nak.	참나무과 Fagaceae
39	죽절초	<i>Chloranthus glaber</i> (Thunb.) Makino	Chloranthaceae 홀아비꽃대과	119	약밤나무	<i>Castanea bungeana</i> Blume	참나무과 Fagaceae
40	사시나무	<i>Populus davidiana</i> Dobe	Salicaceae 버드나무과	120	밤나무	<i>Castanea crenata</i> S. et Z.	참나무과 Fagaceae
43	은백양	<i>Populus alba</i> L.	Salicaceae 버드나무과	122	구실잣밤나무	<i>Castanopsis cuspidata</i> var. <i>sieboldii</i> Nakai	참나무과 Fagaceae
44	황철나무	<i>Populus maximowiczii</i> Henry	Salicaceae 버드나무과	124	상수리나무	<i>Quercus acutissima</i> Carruthers	참나무과 Fagaceae
49	은사시나무	<i>Populus tometiglandulosa</i> T. Lee	Salicaceae 버드나무과	125	굴참나무	<i>Quercus variabilis</i> Blume	참나무과 Fagaceae
50	어태리보푸라	<i>Populus euramericana</i> Guinier	Salicaceae 버드나무과	127	떡갈나무	<i>Quercus dentata</i> Thunb.	참나무과 Fagaceae

128	갈참나무	<i>Quercus aliena</i> Blume	참나무과 Fagaceae	310	돌배나무	<i>Pyrus pyrifolia</i> (Burm f.) Nakai	배나무아과 Pomoideae
129	신갈나무	<i>Quercus mongolica</i> Fischer	참나무과 Fagaceae	316	마가목	<i>Sorbus commixta</i> Hedl.	배나무아과 Pomoideae
130	졸참나무	<i>Quercus serrata</i> Thunb.	참나무과 Fagaceae	318	팔배나무	<i>Sorbus alnifolia</i> Koch	배나무아과 Pomoideae
141	붉가시나무	<i>Quercus acuta</i> Thunb.	참나무과 Fagaceae	354	개살구	<i>Prunus mandshurica</i> Koehne var. <i>glabra</i> Nak.	앵두나무아과 Prunoideae
142	종가시나무	<i>Quercus glauca</i> Thunb.	참나무과 Fagaceae	361	개벚지나무	<i>Prunus maackii</i> Rupr.	앵두나무아과 Prunoideae
144	참가시나무	<i>Quercus stenophylla</i> Makino	참나무과 Fagaceae	362	귀퉁나무	<i>Prunus padus</i> L.	앵두나무아과 Prunoideae
147	참느릅나무	<i>Ulmus parvifolia</i> var. <i>coreana</i> Uyeki	느릅나무과 Ulmaceae	362-5	서울귀퉁	<i>Prunus padus</i> var. <i>seoulensis</i> Nak.	앵두나무아과 Prunoideae
148	비슬나무	<i>Ulmus pumila</i> L.	느릅나무과 Ulmaceae	364	왕벚나무	<i>Prunus yedoensis</i> Matsum.	앵두나무아과 Prunoideae
150	난티나무	<i>Ulmus laciniata</i> Mayr	느릅나무과 Ulmaceae	366	벚나무	<i>Prunus serrulata</i> var. <i>spontanea</i> (Max.) Wilson	앵두나무아과 Prunoideae
151-1	느릅나무	<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i> Nak.	느릅나무과 Ulmaceae	368	산벚나무	<i>Prunus sargentii</i> Rehder	앵두나무아과 Prunoideae
153	시무나무	<i>Hemiptelea davidii</i> Planchon	느릅나무과 Ulmaceae	369	개벚나무	<i>Prunus leveilleana</i> Koehne	앵두나무아과 Prunoideae
154	느티나무	<i>Zelkova serrata</i> Makino	느릅나무과 Ulmaceae	370	섬벚나무	<i>Prunus takesimensis</i> Nak.	앵두나무아과 Prunoideae
160	팽나무	<i>Celtis sinensis</i> Persson	느릅나무과 Ulmaceae	380	주엽나무	<i>Gleditsia japonica</i> var. <i>koraiensis</i> Nak.	실거리나무아과 Caesalpinioideae
163	풍계나무	<i>Celtis jessoensis</i> Koidz.	느릅나무과 Ulmaceae	407	다릅나무	<i>Maackia amurensis</i> Rupr. et Max.	콩아과 Papilionoideae
168	산팽나무	<i>Morus bombycis</i> Koidz.	팽나무과 Moraceae	408	회화나무	<i>Sophora Japonica</i> L.	콩아과 Papilionoideae
227	비목나무	<i>Lindera erythrocarpa</i> Makino	녹나무과 Lauraceae	414	아까시나무	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	콩아과 Papilionoideae
229	생달나무	<i>Cinnamomum japonicum</i> Siebold	녹나무과 Lauraceae	423	쉬나무	<i>Evodia daniellii</i> Hemsley	우향과 Rutaceae
230-1	넓은잎후박나무	<i>Machilus thunbergii</i> var. <i>obovata</i> Nak.	녹나무과 Lauraceae	424	황벽나무	<i>Phellodendron amurense</i> Rupr.	운향과 Rutaceae
232	참식나무	<i>Neolitsea sericea</i> (Bl.) koidz.	녹나무과 Lauraceae	431	소태나무	<i>Picrasma quassioides</i> (D. Don) Benn.	소태나무과 Simaroubaceae
269	버즘나무	<i>Platanus orientalis</i> L.	버즘나무과 Platanaceae	432	가중나무	<i>Ailanthus altissima</i> Swingle	소태나무과 Simaroubaceae
293	산사나무	<i>Crataegus pinnatifida</i> Bunge.	배나무아과 Pomoideae	433	참중나무	<i>Cedrela sinensis</i> Juss.	멸구슬나무과 Meliaceae
306-1	털야광나무	<i>Malus baccata</i> var. <i>mandshurica</i> Schneider	배나무아과 Pomoideae	434	멸구슬나무	<i>Melia azedarach</i> var. <i>japonica</i> Makino	멸구슬나무과 Meliaceae
307	아그배나무	<i>Malus sieboldii</i> Rehder	배나무아과 Pomoideae	437	예덕나무	<i>Mallotus japonicus</i> Muell. -Arg.	대극과 Euphorbiaceae
308	산돌배	<i>Pyrus ussuriensis</i> Max.	배나무아과 Pomoideae				

445	붉나무	<i>Rhus japonica</i> L.	웃나무과 Anacardiaceae	582	말채나무	<i>Cornus walteri</i> Wangerin	층층나무과 Cornaceae
454	감탕나무	<i>Ilex integra</i> Thunb.	감탕나무과 Aquifoliaceae	620	쪽동백나무	<i>Styrax obassia</i> S. et Z.	매죽나무과 Styracaceae
463	나래회나무	<i>Euonymus macropterus</i> Rupr.	노박덩굴과 Celastraceae	621	매죽나무	<i>Styrax japonica</i> S. et Z.	매죽나무과 Styracaceae
474	신나무	<i>Acer ginnala</i> Max.	단풍나무과 Aceraceae	623	들메나무	<i>Fraxinus mandshurica</i> Rupr.	물푸레나무과 Oleaceae
475	고로쇠나무	<i>Acer mono</i> Max.	단풍나무과 Aceraceae	624	물푸레나무	<i>Fraxinus rhynchophylla</i> Hance	물푸레나무과 Oleaceae
477	산겨릅나무	<i>Acer tegmentosum</i> Max.	단풍나무과 Aceraceae	644	개회나무	<i>Syringa reticulata</i> var. <i>mandshurica</i> (Max.) Hara	물푸레나무과 Oleaceae
478	시닥나무	<i>Acer tschonoskii</i> var. <i>rubripes</i> Komar.	단풍나무과 Aceraceae	663	참오동나무	<i>paulownia tomentosa</i> (Thunb.) Steud.	현삼과 Scrophulariaceae
479-1	개시닥나무	<i>Acer barbinerve</i> var. <i>glabrescens</i> Nak.	단풍나무과 Aceraceae	664	오동나무	<i>paulownia coreana</i> Uyeki	현삼과 Scrophulariaceae
480	부개꽃나무	<i>Acer ukurunduense</i> Trautv. et May.	단풍나무과 Aceraceae	666	꽃개오동나무	<i>Catalpa speciosa</i> Warder	능소아과 Bignoniaceae
482-1	좁은단풍	<i>Acer pseudo-sieboldianum</i> var. <i>koreanum</i> Nak.	단풍나무과 Aceraceae	739	계수나무	<i>Cercidiphyllum japonicum</i> S. et Z.	계수나무과 Cercidiphyllaceae
485	복자기	<i>Acer triflorum</i> Komar.	단풍나무과 Aceraceae				
486	복장나무	<i>Acer mandshuricum</i> Max.	단풍나무과 Aceraceae				
498	헛개나무	<i>Hovenia dulcis</i> Thunb.	갈매나무과 Rhamnaceae				
501	망개나무	<i>Berchemia berchemiaefolia</i> (Mak.) Koidz.	갈매나무과 Rhamnaceae				
520	피나무	<i>Tilia amurensis</i> Rupr.	피나무과 Tiliaceae				
522	뽕잎피나무	<i>Tilia taquetii</i> Schneider.	피나무과 Tiliaceae				
523	찰피나무	<i>Tilia mandshurica</i> Rupr. et Max.	피나무과 Tiliaceae				
525	염주나무	<i>Tilia megaphylla</i> Nak.	피나무과 Tiliaceae				
538	노각나무	<i>Stewartia koreana</i> Nak.	차나무과 Theaceae				
541	동백나무	<i>Camellia japonica</i> L.	차나무과 Theaceae				
566	황칠나무	<i>Dendropanax morbifera</i> Lev.	두릅나무과 Araliaceae				
568	읍나무	<i>Kalopanax pictum</i> (Thunb.) Nak.	두릅나무과 Araliaceae				
579	산딸나무	<i>Cornus kousa</i> Buerg.	층층나무과 Cornaceae				
580	층층나무	<i>Cornus controversa</i> Hemsley	층층나무과 Cornaceae				

## 2.2. 試片製作

### 2.2.1. 電子顯微鏡用 試片

各 樹種의 木材標本에서 供試片을 採取하고, 各 供試片에서 走査電子顯微鏡 觀察用 試片(가로 1 cm 세로 0.5cm의 直六面體)을 各 斷面別(橫斷面 放射斷面 接線斷面)로 製作하였다. 이 試片을 물 또는 glycerin과 물과의 混合液(glycerin : 물 = 1 : 3-4)으로 軟化시킨 다음 sliding microtome으로 各 試片의 材面을 切削하였다. 切削된 試片을 氣乾한 후 ion sputter coater(Polaron E5200)를 사용하여 金으로 coating하였다.

또한 假導管 및 導管이 長이를 측정하기 위하여 同 試片의 早晚材의 移行部에서 解離用 試片을 採取한 다음 schültze 溶液으로 解離시켰다. 이렇게 解離된 纖維를 alcohol series로 脫水한 후 氣乾狀態로 乾燥한 다음 ion sputter coater를 이용하여 金으로 coating하였다.

### 2.2.2. 光學顯微鏡用 試片

上記의 電子顯微鏡用 試片製作過程중 sliding

microtom으로 材面을 切削할때 試片의 各 斷面에서 두께 15-20 $\mu$ m의 切片을 製作하고 safranin溶液으로 染色한 다음 각각의 染色된 切片을 alcohol series(50% 70% 95% 100%의 alcohol에 각각 浸漬)로 脱水하였다. 다시 이 切片을 100% alcohol과 xylene과의 等量混合液에 浸漬시키고 xylene에 옮긴 다음 각각의 切片을 slide glass에 올려 놓고 Canada balsam으로 封入하여 永久 präparat를 製作하였다.

## 2.3. 調査方法

### 2.3.1. 針葉樹材

製作된 切片으로부터 走査電子顯微鏡(SEM)과 光學顯微鏡(最大倍率 2,400X)으로 各 樹種別로 74 項目의 針葉樹材의 解剖學的 特徵(Table 3 참조)을 모두 觀察調査하여 computer에 入力하였다.

各 樹種別로 해당되는 特徵이 존재하면 "+"로 不在이면 "-"로 表示하였으며 同一 樹種内에서 우발적으로 존재하거나 부위에 따라 출현할 때에는 不規則하게 나타나는 것으로 보고 "V"(variable)로 表示하였고 또한 本 研究의 實驗 結果와 參考文獻과의 사이에, 또는 參考文獻間에 差異가 있는 경우에도 "V"로 表示하였다. 한편 實驗過程에서 存在與否를 確認할 수 없고 參考文獻에도 記載되지 않은 特徵은 "?"(undefined)로 表示하였다.

### 2.3.2. 闊葉樹材

闊葉樹材도 針葉樹材와 같이 走査電子顯微鏡과 光學顯微鏡으로 관찰하였으며 調査項目은 Table 4와 같이 IAWA standard list를 基準으로 하여 調査하였다. 表示方法은 針葉樹材의 表示方法과 同一하다.

## 2.4. Computer Program

IDINEX(IDentification Information EXpress) package는 현재 폭넓게 사용되고 있는 IBM PC(16 bit) 및 IBM PC 互換機種(최소 384K byte 1 drive floppy disk 또는 hard disk)에서 실행할 수 있도록

하였고 지금까지 발표된 multiple entry card 法으로 作成되어 있는 資料는 資料의 變形 또는 修正없이 IDINEX에 적용할 수 있도록 하였다. IDINEX는 IBM MS-DOS version 3.30에서 作成되었으며 macro assembly(version 5.00)와 turbo pascal(미국 Borland社 version 5.00)語를 사용하였다. IDINEX는 menu driven 方式으로 구현되어 있으며 identifier file의 갯수에 制限이 없고 本 program에서 data의 구분은 present(+) absent(-) variable(V) 및 undefined(?)로 정하였다.

### 2.4.1. Program目錄

#### 2.4.1.1. IDINEX.EXE

Program에 loop를 만들어 順次比較 方式에 의하여 실행되는 searching program으로서 未知의 木材에 대한 特徵을 調査하여 樹種名을 찾고자할 때 또는 學名 혹은 一般名에 대한 정보를 갖고 있을때 그 樹種의 木材性質에 관한 情報를 얻을 수 있도록 하였다.

#### 2.4.1.2. COMTEX.EXE(compact type to text file)

이미 만들어져 있는 compact type databases를 다시 고치기 쉬운 text file로 만들기 위하여 개발한 program이다.

#### 2.4.1.3. VERBOSE.EXE

기본 databases의 內容을 出力할 수 있도록 만들었다.

#### 2.4.1.4. MKDB.EXE(make databases)

Text file의 databases를 compact형으로 변환시킬 수 있도록 개발하였다.

### 2.4.2. Algorithms

檢索은 program의 database filemenu에서 선택된 database file을 대상으로 未知의 木材(unknown wood)와 유사한 것을 찾을 수 있도록 하였으며 그 檢索對照表는 Fig. 1과 같다.

### 2.4.3 Databases의 data 構造

Databases는 DOS의 標準 text file structure와 같이 作成하였고 速度와 file의 크기를 줄이기 위해 keyboard로 入力할 수 없는 기호를 사용하였다. Database의 구조는 header 부분과 data 부분으로

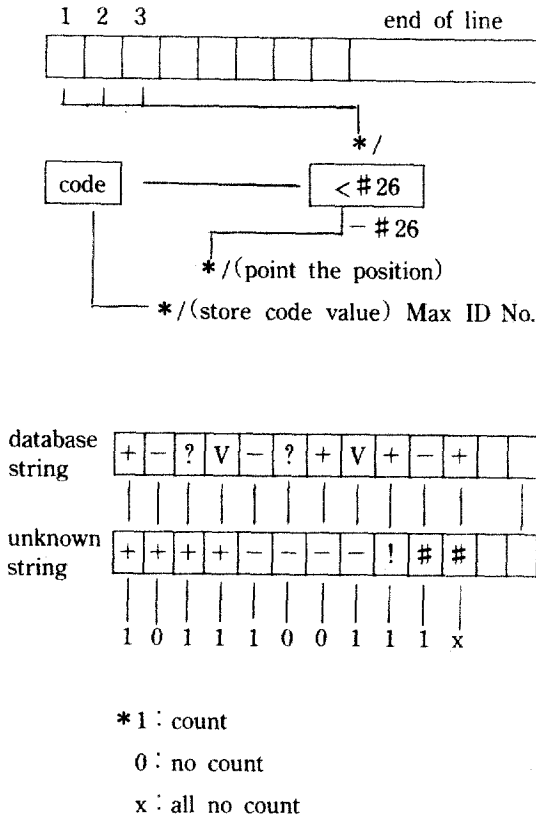


Fig. 1 Matching condition.

구분하여 header부분에는 그 database를 access하기 위한 identifier의 filename을 기록하였고 database의 부분은 다시 둘로 나뉘어(學名과 ID構成部) 學名은 255자 이내를 사용하였으며 ID構成部の 한 기호가 가지는 의미는 다음 Table 2와 같다.

Table 2. The mean of the number in the ID

ASCII CODE	MEAN
1	Present
2	Absent
3	Required(Must) Present
4	Required(Must) Absent
5	Variable
6	Undefined
27.. 255	ID number(-26)

(4) Program flow diagrams

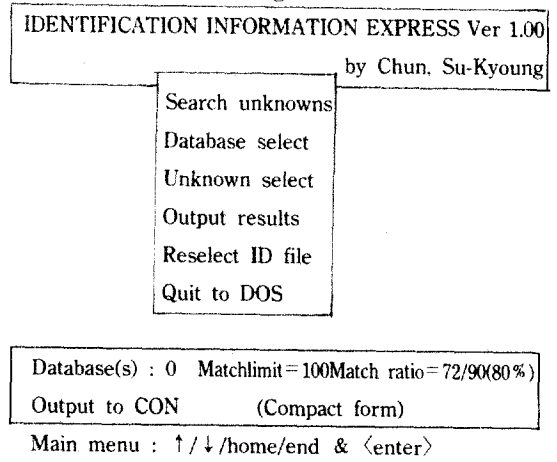


Fig. 2 Main Menu.

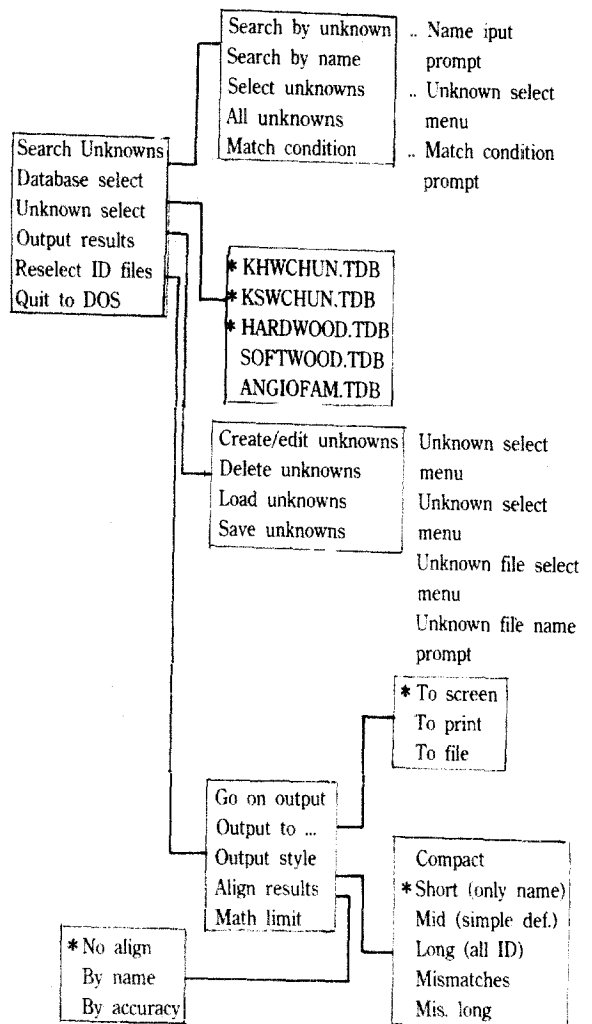


Fig. 3 Menu description.

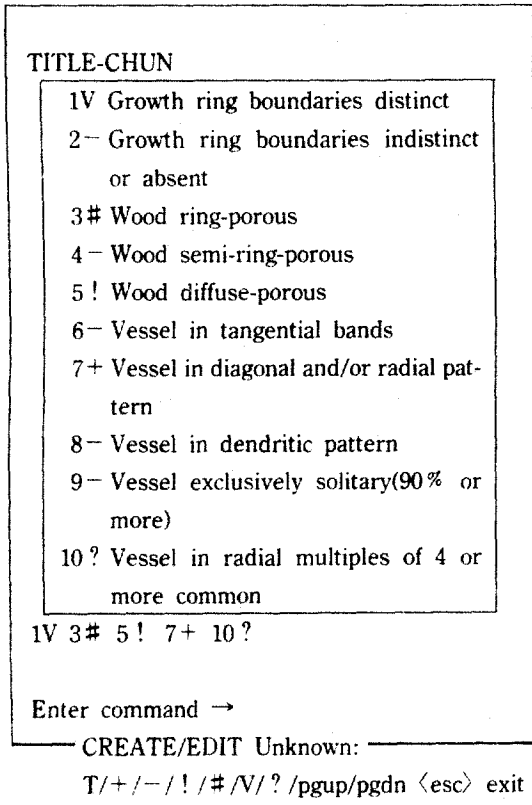


Fig. 4 Create/edit unknown screen.

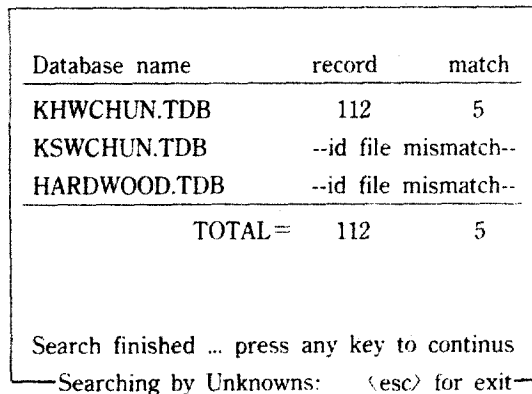


Fig. 5 Searching.

### 3. 結果 및 考察

#### 3.1. 針葉樹材의 識別

우리나라産 針葉樹材 5科 13屬 25種에 대한 解剖學的 性質을 調査하여 特徵別로 그 出現率을

정리한 결과는 Table 3과 같으며 수종별의 전체 자료는 computer에 입력되었다.

##### 3.1.1. 一般的 性質

針葉樹材의 年輪의 境界는 대부분의 樹種에서 뚜렷하게 구분되고 있으며 또한 一年輪內에서 木材部로 부터 晩材部로의 假導管 移行이 急進的인 樹種은 소나무屬 및 낙엽송屬(6種 約 25%) 등 대부분이었으나 잣나무類와 그 以外의 樹種은 漸進的으로 移行되고 있었다.

心材와 邊材의 材色의 差異는 주목등(11種 約 45%)의 樹種에서는 境界가 비교적 뚜렷하였으나 은행등(8種 約 32%)의 樹種은 뚜렷한 境界가 나타나지 않았다.

木材의 氣乾比重에 대하여 조사한 결과에 의하면 0.4 이하인 樹種은 많지않고 氣乾比重이 0.4-0.7인 樹種이 대부분이었다.

##### 3.1.2. 假導管

軸方向假導管의 橫斷面에서의 配列에 관하여 관찰한 결과 針葉樹材의 假導管은 闊葉樹材의 導管 또는 木纖維와는 달리 대부분 放射方向으로 일정하게 配列하고 있으나 다만 은행나무의 경우에는 그 배열이 不規則하게 配列되어 있었다.

한편 假導管壁에는 單列의 有緣壁孔이 모든 樹種에 配列되어 있으며 單列과 複列의 有緣壁孔이 혼합하여 나타나는 樹種(은행나무등 約 45%)도 관찰되었다. 假導管壁의 有緣壁孔이 複列 이상의 多列로 배열될 때는 대부분이 對狀을 나타내고 있지만 드물게는 假導管의 先端部에 交互狀으로 出現될 때도 있었으며 특히 비자나무 향나무 연필향나무 등은 木材部 假導管의 壁孔이 렌즈형으로 나타날 때가 많았다. 그리고 notched border는 본 연구의 수종에서는 발견되지 않았다.

또한 有緣壁孔內의 torus가 射出되어 생긴 壁孔(tori scalloped)은 유일하게 솔송나무 등에서 발견되고 있으며 은행나무 가문비나무 종비나무 솔송나무 잣나무 낙우송 측백나무등의 樹種에서는 crassulae가 발견되었다.

螺旋肥厚에 대한 調査 결과에 의하면 개개의 螺旋肥厚가 일정한 間隔으로 配列되어 있는 樹種은 주목과 비자나무 등이었다. 그러나 비자나무



에서는 螺旋肥厚와 螺旋肥厚의 間隔이 한칸을 건너 뛰어서 形成되어 마치 한쌍을 이루고 있는 것과같이 出現되고 있으며 주목나무에서는 보편적으로 하나씩 形成되어 있으므로 兩 樹種을 識別하는데 좋은 특징이 되는 것으로 생각되고 있다.

한편 strand tracheid는 증비나무등(約 2%)의 樹種에, tylosoid는 잎갈나무등(約 4%)의 樹種에서 trabeculae는 스트로브스갓나무등(約 2%)의 樹種에서 잘 出現되고 있으며 floccosoid는 솔송나무에만 존재하였다. Warty layer는 은행나무등(15種 約 60%)의 樹種에서 발견되었는데 原田<sup>50)</sup>에 의하면 금속屬 삼나무屬 넓은잎삼나무屬 낙우송屬 편백나무屬 노간주나무屬 측백나무屬 편백屬 *Agathis*, *Araucaria*, *Keteleeria*, *Sequoia*등에도 잘 出現되고 있다.

3.1.3. 軸方向柔細胞

軸方向柔細胞가 존재하는 樹種은 은행나무를 비롯하여 36%의 많은 樹種에서 관찰되었으며 그 중에서 散在狀으로 配列하는 樹種은 낙우송등 2%였고 終末狀으로 配列하는 樹種은 낙우송등이 있었다.

또한 軸方向柔細胞에 念珠狀末端壁(end wall nodular)이 잘 나타나는 樹種은 낙우송이었으며 또한 은행나무에서는 異形細胞와 結晶이 잘 관찰되므로 이것은 은행나무를 識別하는데 좋은 據點이 될 수 있었다.

3.1.4. 放射柔細胞

放射柔組織의 水平壁에 壁孔이 잘 나타나는 樹種은 잎갈나무등 72%의 樹種으로서 대부분 水平壁이 두꺼운 樹種에서 잘 出現되고 있다. 念珠狀末端壁은 잎갈나무등 36%의 樹種에서 발견되었고 crystal은 잣나무에서만 관찰되었다.

한편 放射假導管은 소나무科的 대부분의 樹種에서 발견되었는데 그 중 鋸齒狀肥厚가 발달되어 있는 樹種은 28% 정도였으며 放射組織이 放射假導管으로만 구성되어 있는 수종은 발견되지 않았다.

3.1.5. 分野壁孔

針葉樹材의 軸方向假導管과 放射柔細胞가 接하고 있는 直交分野에 존재하는 分野壁孔은 針葉樹材의 識別에 매우 중요한 역할을 하고 있는 것으로

생각되고 있다. 이들 分野壁孔 中 窓狀型壁孔은 소나무 곰솔등의 硬松類의 일부와 잣나무 섬잣나무등의 주로 軟松類의 많은 樹種에서 관찰되었다. 한편 소나무型壁孔은 리디다소나무등의 硬松類에서 관찰되었으며 삼나무型壁孔은 낙우송을 비롯하여 전나무 삼나무등의 28%의 樹種에서 관찰되었다. 편백나무型壁孔은 은행나무등에 존재하는데 그 樹種은 32% 정도였다.

放射假導管의 小壁孔은 잣나무등 約 40%의 樹種에서 관찰되었다.

3.1.6. 樹脂溝

樹脂溝는 針葉樹材中 소나무屬 가문비나무屬 낙엽송屬 및 미송屬의 4屬의 소나무科에만 分布하고 있다. 이 가운데 소나무屬에 존재하는 樹脂溝는 하나씩 떨어져 單獨으로 配列되어 있고 年輪界에 비교적 均等하게 많이 分布되어 있으며 樹脂溝의 直徑은 비교적 컸고(120-200 $\mu$ m) epi-

Table 3. The feature list of softwood and the frequency in korean softwoods

Number	Features
GENERAL	
1	Growth rings distinct(100%)
2	Latewood conspicuous(32%)
3	Sapwood distinct(48%)
4	Heartwood colored(52%)
5	Distinct odor(72%)
6	Distinct taste(8%)
7	Greasy(4%)
8	Dimpled grain(0%)
9	Density < 0.4(0%)
10	Density 0.4-0.6(56%)
11	Density > 0.6(0%)
LONGITUD. TRACHEIDS	
12	Radial file(96%)
13	Uniseriate pits(100%)
14	Biseriate pits(56%)
15	Multiseriate pits(0%)
16	Opposite pits(60%)
17	Alternate pits(0%)
18	Lens type pits(16%)

19	Tori scalloped(4%)
20	Notched borders(0%)
21	Crassulae(36%)
22	1-line spiral thickening(12%)
23	A pair of spiral thickening(4%)
24	Strand tracheids(20%)
25	Tylosoid(36%)
26	Trabeculae(20%)
27	Floccosoid(8%)
28	Warty layer(60%)

## LONGITUD. PARENCHYMA

29	Parenchyma present(36%)
30	Parenchyma abundant(16%)
31	Parenchyma absent(64%)
32	Parenchyma diffuse(2%)
33	Parenchyma tangential(24%)
34	Parenchyma terminal(4%)
35	End-walls nodular(16%)
36	Idioblast(8%)
37	Crystals(4%)

## RAYS PARENCHYMA

38	Horizontal walls well pited(72%)
39	Horizontal walls unpited(36%)
40	Horizontal walls thin(56%)
41	Horizontal walls thick(48%)
42	End-walls nodular(44%)
43	Indentures(92%)
44	Crystals(12%)
45	Ray height > 30 cells(4%)
46	Ray height < 10 cells(56%)
47	Uniseriate rays(100%)
49	Fusiform rays(44%)
50	Small fusiform rays(12%)
51	Only ray parenchyma(52%)

## RAY TRACHEIDS

52	Ray tracheids present(48%)
53	Dentations minute(12%)
54	Dentations average(16%)
55	Dentations reticulate(12%)
56	Spiral thickening(12%)
57	Only ray tracheids(0%)

## CROSS-FIELD PITS

58	Window-like pits(24%)
59	Pinoid pits (8%)

60	Taxodioid pits(40%)
61	Cupressoid pits(36%)
62	Piceoid pits(24%)
63	Small lens type pits only in ray tracheids(40%)

## RESIN DUCTS

64	Horizontal ducts(44%)
65	Normal vertical ducts(48%)
66	Traumatic ducts(52%)
67	Epith. cells > 12 (8%)
68	Epith. cells average(32%)
69	Epith. cells < 5 (8%)
70	Epith. cells thick(20%)
71	Epith. cells thin(36%)
72	Normal ducts tangential(20%)
73	Normal ducts diffuse(32%)
74	Normal ducts terminal(0%)

thelial 細胞의 壁은 얇은 경향을 나타내고 있었다. 이에 반하여 기타의 屬(낙엽송屬 가문비나무屬 미송屬)에서는 두개 또는 수개가 接線方向으로 연속되어 있고 주로 晩材部에 분포되어 있으며 樹脂溝의 直徑은 40-90 $\mu$ m 정도로서 epithelial 細胞는 비교적 얇은 경향을 나타내고 있었다. 한편 연륜 경계에 接線狀으로 배열하는 終末狀은 발견되지 않았다.

## 3.2. 闊葉樹材의 識別

우리나라産 闊葉樹材 31科 57屬 112種에 대한 解剖學的 性質을 調査하여 特徵別로 그 出現率을 정리한 결과는 Table 4와 같으며 수종별의 전체 자료는 computer에 入力되어 있다.

## 3.2.1. 年輪의 境界

光學顯微鏡의 관찰에 의한 年輪境界의 구분은 闊葉樹材의 대부분이 年輪의 境界가 뚜렷하였으나 상수리나무 종가시나무 참가시나무 개회나무 등의 樹種은 年輪의 境界가 뚜렷하지 않았다.

## 3.2.2. 導管의 配列

本 研究의 調査樹種중 상수리나무등 約 30%의 樹種이 環孔材로 識別되고 있으며 특히 느릅나무科는 모두가 環孔材에 속하고 있다. 참나무科에서는 붉가시나무 종가시나무 참가시나무등을 除

에서는 螺旋肥厚와 螺旋肥厚의 間隔이 한칸을 건너 뛰어서 形成되어 마치 한쌍을 이루고 있는 것과같이 出現되고 있으며 주목나무에서는 보편적으로 하나씩 形成되어 있으므로 兩 樹種을 識別하는데 좋은 특징이 되는 것으로 생각되고 있다.

한편 strand tracheid는 종비나무등(約 2%)의 樹種에, tylosoid는 앞갈나무등(約 4%)의 樹種에서 trabeculae는 스트로브스갓나무등(約 2%)의 樹種에서 잘 出現되고 있으며 floccosoid는 솔송나무에만 존재하였다. Warty layer는 은행나무등(15種 約 60%)의 樹種에서 발견되었는데 原田<sup>20)</sup>에 의하면 금속屬 삼나무屬 넓은잎삼나무屬 낙우송屬 편백나무屬 노간주나무屬 측백나무屬 편백屬 *Agathis*, *Araucaria*, *Keteleeria*, *Sequoia* 등에도 잘 出現되고 있다.

3.1.3. 軸方向柔細胞

軸方向柔細胞가 존재하는 樹種은 은행나무를 비롯하여 36%의 많은 樹種에서 관찰되었으며 그 중에서 散在狀으로 配列하는 樹種은 낙우송등 2%였고 終末狀으로 配列하는 樹種은 낙우송등이 있었다.

또한 軸方向柔細胞에 念珠狀末端壁(end wall nodular)이 잘 나타나는 樹種은 낙우송이었으며 또한 은행나무에서는 異形細胞와 結晶이 잘 관찰되므로 이것은 은행나무를 識別하는데 좋은 據點이 될 수 있었다.

3.1.4. 放射柔細胞

放射柔組織의 水平壁에 壁孔이 잘 나타나는 樹種은 앞갈나무등 72%의 樹種으로서 대부분 水平壁이 두꺼운 樹種에서 잘 出現되고 있다. 念珠狀末端壁은 앞갈나무등 36%의 樹種에서 발견되었고 crystal은 잣나무에서만 관찰되었다.

한편 放射假導管은 소나무科的 대부분의 樹種에서 발견되었는데 그 중 鋸齒狀肥厚가 발달되어 있는 樹種은 28% 정도였으며 放射組織이 放射假導管으로만 구성되어 있는 수종은 발견되지 않았다.

3.1.5. 分野壁孔

針葉樹材의 軸方向假導管과 放射柔細胞가 接하고 있는 直交分野에 존재하는 分野壁孔은 針葉樹材의 識別에 매우 중요한 역할을 하고 있는 것으로

생각되고 있다. 이들 分野壁孔 中 窓狀型壁孔은 소나무 곰솔등의 硬松類의 일부와 잣나무 섬잣나무등의 주로 軟松類의 많은 樹種에서 관찰되었다. 한편 소나무型壁孔은 리디다소나무등의 硬松類에서 관찰되었으며 삼나무型壁孔은 낙우송을 비롯하여 전나무 삼나무등의 28%의 樹種에서 관찰되었다. 편백나무型壁孔은 은행나무등에 존재하는데 그 樹種은 32% 정도였다.

放射假導管의 小壁孔은 잣나무등 約 40%의 樹種에서 관찰되었다.

3.1.6. 樹脂溝

樹脂溝는 針葉樹材中 소나무屬 가문비나무屬 낙엽송屬 및 미송屬의 4屬의 소나무科에만 分布하고 있다. 이 가운데 소나무屬에 존재하는 樹脂溝는 하나씩 떨어져 單獨으로 配列되어 있고 年輪界에 비교적 均等하게 많이 分布되어 있으며 樹脂溝의 直徑은 비교적 컸고(120-200 $\mu$ m) epi-

Table 3. The feature list of softwood and the frequency in korean softwoods

Number	Features
GENERAL	
1	Growth rings distinct(100%)
2	Latewood conspicuous(32%)
3	Sapwood distinct(48%)
4	Heartwood colored(52%)
5	Distinct odor(72%)
6	Distinct taste(8%)
7	Greasy(4%)
8	Dimpled grain(0%)
9	Density < 0.4(0%)
10	Density 0.4-0.6(56%)
11	Density > 0.6(0%)
LONGITUD. TRACHEIDS	
12	Radial file(96%)
13	Uniseriate pits(100%)
14	Biseriate pits(56%)
15	Multiseriate pits(0%)
16	Opposite pits(60%)
17	Alternate pits(0%)
18	Lens type pits(16%)

3.2.9. Tyloses 및 충전물

導管의 内壁에 tyloses가 존재하는 樹種은 約 31% 정도이며 이중에서 厚壁 tyloses로 구성되어 있는 樹種은 잘 발견되지 않았다. 한편 충전물은 전체 樹種中에서 21% 정도 발견되었다.

3.2.10. 導管狀假導管 및 周圍狀假導管

導管狀假導管 및 周圍狀假導管은 전체 樹種중 約 37% 정도 나타났다.

3.2.11. 木纖維

木纖維에 관한 여러가지 特徵을 調査한 결과 隔壁木纖維가 나타나는 樹種은 전체의 32% 정도이며 木纖維에 單壁孔 혹은 有緣壁孔이 나타나는 樹種은 約 52% 정도이었다. 또한 木纖維의 壁이 얇은 薄壁木纖維는 36%로 調査되었고 壁이 비교적 두꺼운 厚壁木纖維는 전체 樹種의 8% 정도로 관찰되었다.

한편 木纖維의 길이는 62% 정도가 900-1600 um의 범위에 속하고 있었으며 木纖維에서 螺旋肥厚가 관찰되는 樹種(3%)도 있었는데 이 特徵은 木材를 識別할 때 훌륭한 識別據點이 될 수 있는 것으로 생각된다.

3.2.12. 軸方向柔細胞

軸方向柔細胞의 존재 與否와 配列狀態를 관찰한 결과 버드나무과 등에서는 軸方向柔細胞를 거의 발견할 수 없었고 그 以外的 樹種에서는 여러가지 形態로 配列하고 있음을 관찰할 수 있었다. 軸方向柔細胞의 配列이 散點形으로 配列하고 있는 樹種은 배나무亞科 등의 短接線狀으로 配列되어 있는 樹種은 9% 정도 관찰되었다.

또한 隨伴柔細胞의 樹種중 導管周圍에 少數의 軸方向柔細胞가 隣接하여 존재하는 隨伴柔細胞이 존재하는 樹種(54%)은 비목나무 등의 樹種이었으며 또한 aliform(8%) 形態로 配列하고 있는 樹種은 콩亞科 현삼과 등의 樹種이었으며 aliform으로 配列하고 있는 樹種중 현삼과의 樹種은 lozenge-aliform(3%)의 配列을 이루고 있었으며 뽕나무과 콩亞과 등은 winged-aliform(6%)으로 配列하고 있는 것이 관찰되었다.

다음 帶狀柔細胞에 관한 調査 項目 中에서 帶狀을 구성하고 있는 柔細胞의 數를 관찰한 결과 細胞幅이 세개 이상의 帶狀柔細胞로 구성되어 있는 樹種은 전체 樹種의 4% 정도이었으며 網狀柔細胞과 階段狀柔細胞은 각각 9% 및 4%에 불과하였다.

같은 紡錘形柔細胞의 分布를 調査한 결과 全 樹種중 8% 정도가 出現되고 있으며 軸方向柔細胞의 strand의 數도 다양하여 2個(6%), 3-4個(15%), 5-8個(13%) 및 8個 이상(47%) 등이 관찰되었다.

3.2.13. 放射組織

木材內에서 放射組織이 나타내는 여러가지 特徵에 대하여 調査한 결과 單列放射組織(17%)은 버드나무과 자작나무과의 오리나무屬에서 관찰되었으며 녹나무과 배나무亞과 앵두나무亞과 피나무과 차나무과 물푸레나무과 현삼과 계수나무과 등의 樹種에서는 1-3列의 放射組織(51%)이 관찰되었다. 또한 4-10列(23%)의 多列放射組織이 관찰되는 樹種은 느릅나무과 소태나무과 멀구슬나무과 갈매나무과 때죽나무과 등이며 10列 이상(9%)의 넓은 방사조직으로 보이는 樹種은 참나무과의 참나무屬 및 버즘나무과 등이었다. 특히 2-3列 放射組織 중 放射柔細胞의 幅이 상당히 작아 다른 正常細胞 한개의 細胞幅 만한 넓이를 갖는 樹種(동백나무 계수나무)도 존재하였다.

또한 集合放射組織이 관찰된 樹種은 오리나무 물오리나무 물감나무 서어나무 등이었으며(5%) 放射組織이 높이가 1mm 이상되는 樹種(참나무과 중 참나무屬 피나무과 소태나무과 등)도 발견되었고(16%) 單列의 放射組織과 多列의 放射組織이 혼합하여 나타나는 樹種(14%, 참나무과의 참나무屬) 등이 존재하여 木材識別에 도움이 되었다.

다음 放射組織의 構成細胞에 대하여 調査한 결과 모두 平伏細胞 만의 同性放射組織으로 구성되어 있는 樹種은 홀아비꽃대과 버드나무과의 사시나무屬 가래나무과 자작나무과의 자작나무屬 참나무과의 참나무屬 중의 일부 樹種 느릅나무과(느릅나무屬 등) 버즘나무과 배나무亞과 실거리나무과 콩亞과의 일부 樹種 운향과 소태나무과 노박덩굴과 단풍나무과 물푸레나무과 피나무과 현삼과 등이며 方形細胞와 直立細胞로만 구성되어 있는 異性放射組織의 樹種(4%)은 개벚나무과 귀퉁나무 참죽나무 예덕나무 등이 있었다.

放射組織의 상하에 一列의 直立 혹은 方形細胞로 구성되어 있는 樹種(17%)은 버드나무과(버드나무屬) 굴피나무 자작나무과(서어나무屬) 참나무과(참나무屬) 뽕나무과 녹나무과의 일부 樹種 무릅나무과 계수나무과 등이 존재하였다. 또 放射組織의 상하에 直立 혹은 方形細胞가 2-4列로 구

성되어 있는 樹種(5%)은 팽나무등의 樹種이었으며 4列 이상으로 이루어져 있는 樹種(5%)은 감탕나무 산딸나무 쪽동백나무등의 樹種이었고 放射組織의 全 細胞가 方形, 直立 및 平伏細胞로 혼합하여 구성되어 있는 樹種(13%)은 층층나무 등의 樹種이 존재하고 있었다.

放射組織이 초상細胞로 이루어져 있는 樹種은 2%이었다.

接線斷面에서 관찰하였을 때 mm 當 放射組織의 數가 4個 이하인 樹種은 10%였고 12個 이상인 樹種은 4%이었다.

### 3.2.14. 層階狀 構造

소태나무의 導管 혹은 軸方向柔細胞는 層階狀으로 配列되어 있으며 피나무와 뽕잎피나무에서는 木纖維가 層階狀으로 되어 있었다.

### 3.2.15. 油細胞

우리나라産 闊葉樹 중에서 放射組織 사이에 油細胞가 존재하는 樹種은 비목나무 생달나무 넓은잎후박나무 참식나무 등이다.

### 3.2.16. 結晶

本 研究에서 관찰한 바 闊葉樹材에 존재하는 結晶의 形態는 대부분 菱形이었으며 軸方向柔細胞에 존재하였다.

Table 4.The feature list of hardwood and the frequency in korean hardwood

Number	Features
<b>ANATOMICAL FEATURES</b>	
<b>GROWTH RINGS</b>	
1.	Growth ring boundaries distinct(96%)
2.	Growth ring boundaries indistinct or absent(4%)
<b>POROSITY</b>	
3.	Wood ring-porous(29%)
4.	Wood semi-ring-porous(11%)
5.	Wood diffuse-porous(59%)
<b>VESSEL ARRANGEMENT</b>	
6.	Vessels in tangential bands(13%)
7.	Vessels in diagonal and/or radial pattern (27%)
8.	Vessels in dendritic pattern(6%)
<b>VESSEL GROUPINGS</b>	
9.	Vessels exclusively solitary(90% or more)

(43%)

10. Vessels in radial multiples of 4 or more common(6%)

11. Vessels clusters common(24%)

### SOLITARY VESSEL OUTLINE

12. Solitary vessel outline angular(14%)

### PERFORATION PLATES

13. Simple perforation plates(84%)

14. Scalariform perforation plates(27%)

15. Scalariform perforation plates with up to 10 bars(13%)

16. Scalariform perforation plates with 10-20 bars(11%)

17. Scalariform perforation plates with 20-40 bars(3%)

18. Scalariform perforation plates with 40 or more bar(1%)

19. Reticulate, foraminate, and/or other types of multiple perforation plates(2%)

### INTERVESSEL PITS; ARRANGEMENT AND SIZE

20. Intervessel pits scalariform(5%)

22. Intervessel pits alternate(86%)

23. Shape of alternate pits polygonal(29%)

Intervessel pit size(alternate and opposite)

24. Minute : 4um or less(48%)

25. Small : 4-7um(51%)

26. Medium : 7-10um(1%)

27. Large : 10um or more(1%)

### VESTURED PITS

29. Vestured pits(8%)

### VESSEL-RAY PITTING

30. Vessel-ray pits with distinct borders;similar to intervessel pits in size and shape throughout the ray cell(73%)

31. Vessel-ray pits with much reduced borders to apparently simple; pits rounded or angular(30%)

32. Vessel-ray pits with much reduced borders to apparently simple; pits horizontal(scalariform, gash-like) to vertical(palisade)(21%)

33. Vessel-ray pits of two distinct sizes of types in the same ray cell(2%)

34. Vessel-ray pits of unilaterally compound and coarse(over 10 $\mu$ m) (0%)  
 35. Vessel-ray pits restricted to marginal rows (23%)

#### HELICAL THICKENINGS

36. Helical thickenings in vessel elements present(42%)  
 37. Helical thickenings throughout body of vessel element(22%)  
 38. Helical thickenings only in vessel tails(3%)  
 39. Helical thickenings only in narrower vessel elements(18%)

#### TANGENTIAL DIAMETER OF VESSEL LUMINA

Mean tangential diameter of vessel lumina

40. 50 $\mu$ m or less(24%)  
 41. 50-100 $\mu$ m(40%)  
 42. 100-200 $\mu$ m(21%)  
 43. 200 $\mu$ m or more(14%)  
 45. Vessels of two distinct diameter classes, wood not ring-porous(0%)

#### VESSELS PER SQUARE MILLIMETRE;

46. 5 or less vessels per square millimetre(0%)  
 47. 5-20 vessels per square millimetre(8%)  
 48. 20-40 vessels per square millimetre(11%)  
 49. 40-100 vessels per square millimetre(20%)  
 50. 100 or more vessels per square millimetre (30%)

#### MEAN VESSEL ELEMENT LENGTH

52. 350 $\mu$ m or less(36%)  
 53. 350-800 $\mu$ m(63%)  
 54. 800 $\mu$ m or more(1%)

#### TYLOSES AND DEPOSITS IN VESSELS

56. Tyloses common(31%)  
 57. Tyloses sclerotic(0%)  
 58. Gums and other deposits in heartwood vessels(21%)

#### WOOD VESSELLESS

59. Wood vesselless(0%)

#### IMPERFORATE TRACHEARY ELEMENTS

60. Vascular/vasicentric tracheids present(38%)

#### GROUND TISSUE FIBRES

61. Fibres with simple to minutely bordered

pits(9%)

62. Fibres with distinctly bordered pits(43%)  
 63. Fibres pits common in both radial and tangential walls(37%)

#### HELICAL THICKENINGS IN IMPERFORATE TRACHEARY ELEMENTS

64. Helical thickenings in ground tissue fibres (3%)

#### SEPTATE FIBRES AND PARENCHYMA-LIKE FIBRE BANDS

65. Septate fibres present(32%)  
 66. Non-septate fibres present(99%)  
 67. Parenchyma-like fibre bands alternating with ordinary fibres(0%)

#### FIBRE WALL THICKNESS

68. Fibres very thin-walled(36%)  
 69. Fibres thin to thick-walled(55%)  
 70. Fibres very thick-walled(8%)

#### MEAN FIBRE LENGTHS

71. 900  $\mu$ m or less(37%)  
 72. 900-1600  $\mu$ m(62%)  
 73. 1600  $\mu$ m or more(2%)

#### AXIAL PARENCHYMA

75. Axial parenchyma absent or extremely rare(40%)

#### APOTRACHEAL AXIAL PARENCHYMA

76. Axial parenchyma diffuse(28%)  
 77. Axial parenchyma diffuse-in-aggregates(11%)

#### PARATRACHEAL AXIAL PARENCHYMA

78. Axial parenchyma scanty paratracheal(54%)  
 79. Axial parenchyma vasicentric(46%)  
 80. Axial parenchyma aliform(8%)  
 81. Axial parenchyma lozenge-aliform(3%)  
 82. Axial parenchyma winged-aliform(6%)  
 83. Axial parenchyma confluent(16%)  
 84. Axial parenchyma unilateral paratracheal(2%)

#### BANDED PARENCHYMA

85. Axial parenchyma bands more than three cells wide(4%)  
 86. Axial parenchyma in narrow bands or lines up to three cells wide(69%)

87. Axial parenchyma reticulate(10%)

88. Axial parenchyma scalariform(4%)

89. Axial parenchyma in marginal or in seemingly marginal bands(71%)

#### AXIAL PARENCHYMA CELL TYPE STRAND LENGTH

90. Fusiform parenchyma cells(8%)

91. Two cells per parenchyma strand(6%)

92. Four(3-4) cells per parenchyma strand(15%)

93. Eight(5-8) cells per parenchyma strand(13%)

94. Over eight cells per parenchyma strand(47%)

95. Unlignified parenchyma(1%)

#### RAY WIDTH

96. Rays exclusively uniseriate(17%)

97. Ray width 1 to 3 cells(51%)

98. Larger rays commonly 4 to 10-seriate(23%)

99. Larger rays commonly > 10-seriate(9%)

100. Rays with multiseriate portion as wide as uniseriate portions(2%)

#### AGGREGATE RAYS

101. Aggregate rays(5%)

#### RAY HEIGHT

102. Ray height > 1 mm(16%)

#### RAY OF TWO DISTINCT SIZES

103. Rays of two distinct sizes(14%)

#### RAY: CELLIAR COMPOSITION

104. All ray cells procumbent(55%)

105. All ray cells square and/or upright(4%)

106. Body ray cells procumbent with one row of upright and/or square marginal cells(17%)

107. Body ray cells procumbent with mostly 2-4 of upright and/or square cells(5%)

108. Body ray cells procumbent with over 4 rows of upright and/or square cells(5%)

109. Ray with procumbent, square and upright cells mixed throughout the ray(13%)

#### SHEATH CELLS

110. Sheath cells(2%)

111. Tile cells(0%)

#### PERFORATED RAY CELLS

112. Perforated ray cells(4%)

#### DISJUNCTIVE RAY PARENCHYMA CELL WALLS

113. Disjunctive ray parenchyma cell walls(0%)

#### RAYS PER MM

114. <4/mm(10%)

115. 4-12/mm(87%)

116. 12 or more/mm(4%)

#### WOOD RAYLESS

117. Wood rayless(0%)

#### STORIED STRUCTURE

118. All rays storied(0%)

119. Low rays storied, high rays non-storied(0%)

120. Axial parenchyma and/or vessel elements storied(1%)

121. Fibres storied(2%)

122. Rays and/or axial elements irregularly storied GF(0%)

123. Number of ray tiers per axial mm(0%)

#### OIL AND MUCILAGE CELLS

124. Oil and/or mucilage cells associated with ray parenchyma (5%)

125. Oil and/or mucilage cells associated with axial parenchyma (2%)

126. Oil and/or mucilage cells present among fibres (0%)

#### INTERCELLULAR CANALS

127. Axial canals long tangential lines(0%)

128. Axial canals in short tangential lines(0%)

129. Axial canals diffuse(0%)

130. Radial canals(1%)

131. Intercellular canals of traumatic of origin (2%)

#### TUBES/TUBULES

132. Laticifers or tanniferous tubes(0%)

#### CAMBIAL VARIANTS

133. Included phloem, concentric(0%)

134. Included phloem, diffuse(0%)

135. Other cambial variants(10%)

#### PRISMATIC CRYSTALS

136. Prismatic crystals present(41%)

137. Prismatic crystals in upright/square ray

cells(7%)

138. Prismatic crystals in procumbent ray cells (8%)

139. Prismatic crystals in radial alignment in procumbent ray cells(1%)

140. Prismatic crystals in chambered upright/square ray cells(4%)

141. Prismatic crystals in non-chambered axial parenchyma cells(4%)

142. Prismatic crystals in chambered axial parenchyma(25%)

143. Prismatic crystals in fibres(1%)

#### DRUSES

144. Druses present(3%)

145. Druses in ray parenchyma cells(3%)

146. Druses in axial parenchyma cells(1%)

147. Druses fibres(0%)

148. Druses in chambered cells(0%)

#### 4. 結 論

우리나라에서는 아직까지 주로 二又式法에 의하여 木材를 識別하고 있으나 이 방법으로는 樹種의 種類數가 비교적 많고 또한 木材의 組織構造가 매우 복잡하여 識別據點이 대단히 다양한 闊葉樹材와 같은 木材를 정확히 識別한다는 것은 여러가지로 어려운 점이 많다.

따라서 本 研究에서는 이러한 短點을 補完하면서 많은 樹種의 識別據點을 computer에 의하여 쉽게 기억시킬 수 있고 또한 빠르고 정확하게 檢索할 수 있는 木材識別을 圖謀하기 위하여 우리나라産 주요 樹種인 針葉樹材 5科 13屬 25種 闊葉樹材 31科 57屬 112種 모두 137種에 대하여 光學顯微鏡과 走査電子顯微鏡으로 各 樹種의 識別據點이 되는 解剖學의 特徵(針葉樹材 74特徵, 闊葉樹材 148特徵)을 모두 調査入力하고 computer program(IDINEX; IDentification INformation EXpress)를 turbo pascal(v5.0)과 macro assembly(v 5.0)語로 개발하였으며 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 우리나라産 주요 木木植物의 識別據點이 되는 解剖學의 性質을 樹種別 特徵別로 체계적으로 調査 檢討하여 computer에 入力하였다.

2. 이상의 實驗결과 우리나라에서 주로 실시되고 있는 종래의 二又式法에 비교하여 체계적으로 또한 신속 정확하게 木材識別을 할 수 있게 되었다.

3. 木材의 解剖學의 性質이 아직까지 정확하게 조사 연구되지 않는 일부의 未記載의 樹種에 대하여도 本 研究에서는 그 성질이 조사되었으므로 木材識別의 참고가 된다.

우리나라産 樹種에 대하여 아직 많이 연구되고 있지 않은 새로운 識別據點에 대하여도 조사 분류되어 있어 새로운 木材識別에 기여할 수 있다.

특히 走査電子顯微鏡에 의하여 細胞壁의 微細構造(예: warty layer 또는 crystal등)에 대하여도 조사 분류되어 있어 새로운 木材識別에 기여할 수 있다.

기존의 다른 program보다 검색시간을 훨씬 단축할 수 있다.(1초당 60-80種을 검색할 수 있음)

種間의 비교검색을 정확히 할 수 있으며 또한 확률에 의한 識別을 할 수 있다.

本 識別 program의 개발에 의하여 금후 木材의 識別 뿐만 아니라 동물, 식물, 광물, 곤충등의 識別 및 分類에도 응용될 수 있을 것이다.

#### 參 考 文 獻

1. Clarke, S. H. 1938. A multiple-entry perforated-card key with special reference to the identification of hardwoods. *New Phytologist* 37: 369-374.
2. IAWA Committee. 1964. Multilingual glossary of terms used in wood anatomy. *Konkordia*, Winterthur.
3. \_\_\_\_\_. 1981. Standard list of characters suitable for computerized hardwood identification. *IAWA Bull.* n. s. 2:10-110.
4. \_\_\_\_\_. 1989. IAWA list of features for hardwood identification. *IAWA Bull.* n. s. 10(3): 219-332.



5. Ilicy, Y. 1987. The CSIRO family card sorting key for hardwood indentification. CSIRO Division of Chemical and Wood Technology Technical Paper, No. 8.
6. Ishida, S. Horkawn. H, and Mitanik. 1963. A study on volumetric composition of beech wood *Fagus crenata*, grown in Hokkaido. Research bull. of College Exp. Forests Hokkaido Uni. 23: 31-44.
7. Kobayashi Y. 1957. A card sorting system for the identification of softwood in Japan. Bull. of Government Forest Station, No. 98:1-84.
8. Kuroda, Keiko, 1987. Hardwood identification using a microcomputer and IAWA codes. IAWA Bull. N. S., 8(1).
9. 李昌福. 1973. 韓國樹木圖鑑.
10. \_\_\_\_\_. 1978. 樹木學. 鄉文社
11. \_\_\_\_\_. 1980. 大韓植物圖鑑. 鄉文社
12. 李弼宇. 1967. 韓國産 소나무類의 木材解剖學的 性質과 識別에 關한 研究. 서울大 農大 演報 4:1-11.
13. Miller, R. B. 1967. Wood anatomy and identification of species of *Juglans*. Bot. Gaz. 137(4): 368-377
14. \_\_\_\_\_. 1980. Wood indentification via computer. IAWA Bull. n. s., 1(4).
15. \_\_\_\_\_. 1981. Explanation of the coding procedure. IAWA Bull. n. s. 2:11-145.
16. \_\_\_\_\_. 1986. A response to Wheeler and pearson's critical review of the IAWA standard list of characters. IAWA Bull. n. s., 7(3).
17. Morse, L. E. 1974. Computer programs for specimen identification, key construction and description printing using taxonomic data matrices. Michigan Stone printing co.
18. \_\_\_\_\_. Peters, J. A., and Hamel P. B. 1971. A general data format for summarizing taxonomic information. Bio Science 21(4).
19. Pankhurst, R. J. 1986. A package of computer programs for handling taxonomic databases. Computer applications in the biosciences. 2(1): 33-39.
20. Park, Sang-Jin. 1983. Systematic studies of the korean gymnosperms. Annual report of biological research, 4:161-180.
21. Park, Sang Jin, and Soh, Woong Young. 1984. Systematic studies on some korean woody plants. Korean journal of botany .27(2):81-94.
22. 朴相珍, 李元用, 李華桁. 1987. 木材組織과 識別. 鄉文社.
23. 朴相珍, 李元用, 李弼宇. 1981. 木材組織의 圖解. 正民社.
24. Pearson, R. G., and Wheeler, 1981. E. A. Computer identification of hardwood species. IAWA Bull. n. s., 2(1).
25. Quirk, J. T. 1983. Data for a computer-assisted wood identification system. 1. Commercial legumes of tropical Asia. IAWA Bull. n. s. 4:118-138.
26. 佐伯 浩. 1982. 定益電子顯微鏡 圖說. 木材의 構造. 日本林業技術協會.
27. 山林暹. 1928. 朝鮮産 木材의 識別法(公孫樹及松柏類), 林試年報, No. 27.
28. \_\_\_\_\_. 1938. 朝鮮産 木材의 識別, 林試年報, No. 27.
29. \_\_\_\_\_. 1976. 木材組織學. 森北出版.
30. 島地謙, 須藤彰司, 原田 浩. 1976. 木材의 組織. 森北出版.
31. 島地謙 伊東隆夫. 1982. 圖設木材組織. 地球社.
32. 蘇雄永. 1983. 韓國産 裸子植物에 대한 系統分類學的 研究 - 소나무科 木材解剖 -. 生物學年譜. 4:117-113.
33. Sudo, S. 1955. Wood anatomical studies on the genus *Picea*. Bull. of the Tokyo Uni. Forest. No. 49:179-204.
34. Sudo, S. 1959. Identification of Japanese woods. Bull. Govt. For. Exp. Station, No. 118. Tokyo, Japan.
35. Wheeler, E. A. 1986. Vessels per square millimetre or vessel groups per square millimetre

- IAWA Bull. n. s. 7:73.
36. \_\_\_\_\_, and pearson, R. G. 1985. A critical review of the IAWA standard list of characters formatted for the IDENT programs. IAWA Bull. n. s., 6(2).
37. \_\_\_\_\_, R. G. pearson, C. A. LaPasha, T. Zack, and W. Hatley. 1986. Computer-aided wood identification. Reference manual. N. C Ag. Res. Serv. Bull. 474.