

針葉樹材の吸湿・脱湿拡散係数

横 田 徳 郎⁽¹⁾

後 藤 君 子⁽²⁾

I は し が き

木材の繊維飽和点以下における水分の移動は拡散現象と考えられる。この拡散現象の本質を究明するために著者らは、細胞膜中における水の拡散係数¹⁾、内腔—膜孔系における気体の拡散係数²⁾を実測するかたわら、STAMM が提出した拡散係数の理論式³⁾を訂正して、計算値と実測値の比較を行なった。理論式を用いた計算から明らかとなったことは、すでに実験的にも知られているように²⁾、温度、材の比重、吸湿過程の平衡含水率、脱湿過程の初期含水率などが、木材中における水の拡散係数に対して大きな影響を及ぼすことである。しかも理論式による計算によれば、平衡（または初期）含水率と材の比重との比の対数と、平均拡散係数の対数との間には、直線的な関係の存在が予想された。本報では、この点を明らかにするために、本邦産針葉樹材の主要なものについて、吸湿、脱湿拡散係数を測定し、あわせてこれら材種の吸湿、脱湿速度の知見をうることを目的とした。スギ、トドマツについてはすでにデータが報告されている³⁾ので、本報から除外した。

この研究の実施にあたり、試料の選定に尽力していただいた当場木材部中野達夫技官、試料を作成していただいた同部強度研究室の方々に厚くお礼申しあげる。

II 試料, 実験方法, 拡散係数の算出

実験に用いた試料はヒノキ (*Chamaecyparis obtusa* ENDL.), サワラ (*Chamaecyparis pisifera* ENDL.), カラマツ (*Larix leptolepis* GORDON), アスナロ (*Thujaopsis dolabrata* SIEB. et ZUCC.), ネズコ (*Thuja standishi* CARR.), コウヤマキ (*Sciadopitys verticillata* SIEB. et ZUCC.), ツガ (*Tsuga sieboldii* CALL.), トガサワラ (*Pseudotsuga japonica* BEISSN.), クサマキ (*Podocarpus macrophylla* D. DON), モミ (*Abies firma* SIEB. et ZUCC.), クロマツ (*Pinus thunbergii* PARL.), アカマツ (*Pinus densiflora* SIEB. et ZUCC.) の12種で、すべて心材を用いた。試料の寸法、吸湿、脱湿量の測定方法、平均拡散係数の算定方法（半減時間による）は前報³⁾と同じで、測定温度は $40 \pm 0.5^\circ\text{C}$ である。

III 結 果 と 考 察

1. 吸湿, 脱湿速度

吸湿、脱湿過程において、含水率が平衡含水率 (E.M.C.), あるいは初期含水率 (I.M.C.) の10~100% に達する時間が一括して付表に示されている。ある時間における含水率 Mt と、平衡または初期含

(1) 林産化学部林産化学第1科長・農学博士

(2) 林産化学部林産化学第1科セルロース研究室

第1表 主要針葉樹材の吸湿, 脱湿拡散係数 (40°C)

Table 1. Diffusion coefficients of moisture in coniferous woods at 40°C.

材種 Wood species	比重*2 Specific gravity	拡散距離 Length of diffusion (cm)	方向 Direction	吸 湿 Sorption			脱 湿 Desorption			
				平 衡 含水率 E.M.C. (%)	半減時間 Half time (days)	平均拡散係数 Av. diffusion coefficient $\times 10^6$ (cm ² /sec)	初 期 含水率 I.M.C. (%)	半減時間 Half time (days)	平均拡散係数 Av. diffusion coefficient $\times 10^6$ (cm ² /sec)	
ヒノキ Hinoki	0.366	1.999	L *1	4.33	0.50	18.1	4.32	0.74	12.2	
	0.365	1.994	L	11.27	0.41	22.0	11.25	0.42	21.4	
	0.368	2.000	L	15.67	0.55	16.5	16.00	0.38	23.9	
	0.358	1.999	L	20.75	0.64	14.1	20.80	0.40	22.6	
	0.356	0.990	R *1	4.18	7.45	0.314	4.18	12.1	0.184	
	0.353	0.991	R	11.45	3.90	0.570	11.46	4.67	0.480	
	0.355	0.993	R	17.35	2.45	0.910	17.30	2.92	0.765	
	0.340	0.993	R	21.55	2.55	0.882	21.60	2.65	0.845	
	0.377	0.969	T *1	3.65	2.80	0.760	3.71	8.33	0.256	
	0.367	0.970	T	11.38	2.38	0.895	12.00	3.72	0.576	
	0.355	0.974	T	17.30	1.75	1.23	17.31	2.56	0.840	
	0.368	0.975	T	23.45	2.10	1.03	23.40	2.85	0.755	
	サワラ Sawara	0.288	2.062	L	4.08	0.36	26.7	4.06	0.76	12.7
		0.290	2.006	L	11.64	0.31	29.4	10.07	0.40	22.8
0.286		2.044	L	15.92	0.49	19.2	15.95	0.36	26.2	
0.282		2.031	L	18.90	0.55	17.1	18.90	0.35	26.8	
0.285		0.997	R	3.35	12.2	0.180	3.35	—	—	
0.290		0.996	R	9.85	5.01	0.448	10.30	6.60	0.340	
0.290		0.996	R	15.00	3.20	0.702	15.00	2.97	0.757	
0.285		0.996	R	20.15	2.83	0.793	20.11	2.12	1.06	
0.294		0.971	T	2.77	18.6	0.248	2.75	15.2	0.140	
0.293		0.969	T	9.86	4.90	0.433	10.10	11.7	0.182	
0.299		0.972	T	15.60	2.00	1.07	15.60	3.84	0.570	
0.294		0.972	T	20.15	1.95	1.10	20.15	4.00	0.533	
カラマツ Karamatsu		0.563	2.019	L	4.44	1.06	8.66	4.45	1.49	6.15
		0.563	2.163	L	12.03	0.86	12.3	12.05	0.67	15.9
	0.570	2.163	L	17.48	0.96	11.1	17.45	0.58	18.3	
	0.572	2.250	L	22.10	1.23	9.35	22.80	0.58	19.9	
	0.549	0.973	R	2.78	13.7	0.156	2.80	—	—	
	0.550	0.971	R	11.90	8.75	0.244	11.90	9.85	0.217	
	0.546	0.973	R	17.90	5.10	0.420	17.95	3.93	0.547	
	0.528	0.968	R	24.40	5.23	0.405	24.40	2.25	0.945	
	0.489	0.954	T	3.15	11.4	0.181	3.27	19.5	0.106	
	0.503	0.963	T	10.60	7.10	0.295	11.35	9.90	0.212	
	0.522	0.970	T	16.91	3.20	0.665	16.95	3.30	0.645	
	0.559	0.958	T	24.15	3.50	0.593	24.10	1.45	1.430	
	アスナロ Asunaro	0.350	2.094	L	4.32	0.41	24.2	4.32	0.94	10.6
		0.321	2.250	L	11.30	0.45	25.6	11.25	0.46	25.0
0.358		2.125	L	16.66	0.56	18.3	16.65	0.46	22.2	
0.358		2.019	L	21.50	0.74	12.4	22.60	0.37	24.8	
0.352		0.989	R	3.30	10.6	0.208	3.30	—	—	
0.330		0.992	R	10.80	5.50	0.405	10.80	7.30	0.305	
0.326		0.987	R	14.80	2.72	0.810	15.50	4.00	0.549	
0.336		0.989	R	21.70	3.20	0.702	21.60	3.49	0.635	
0.339		0.966	T	3.63	8.22	0.258	3.62	12.1	0.175	
0.381		0.966	T	10.80	5.20	0.407	10.70	7.74	0.274	
0.371		0.964	T	17.25	2.18	0.967	17.25	2.40	0.883	
0.348		0.966	T	23.40	2.15	0.983	23.35	1.27	1.67	

注 : *1 L, R, Tはそれぞれ, 軸, 半径, 接線方向を示す。 *2 比重は乾燥重量—絶乾容積基準

Note : *1 L, R and T represent longitudinal, radial and tangential directions respectively.

第1表 (つづき)
Table 1. (Continued)

材種 Wood species	比重 Specific gravity	拡散距離 Length of diffusion (cm)	方向 Direction	吸 湿 Sorption			脱 湿 Desorption			
				平 衡 含水率 E.M.C. (%)	半減時間 Half time (days)	平均拡散係数 Av. diffusion coefficient $\times 10^6$ (cm ² /sec)	初 期 含水率 I.M.C. (%)	半減時間 Half time (days)	平均拡散係数 Av. diffusion coefficient $\times 10^6$ (cm ² /sec)	
ネズコ Nezuko	0.308	2.025	L	4.15	0.46	20.2	4.35	1.20	7.73	
	0.312	2.019	L	10.05	0.30	30.8	9.91	0.85	10.9	
	0.302	2.013	L	12.20	1.34	6.85	11.90	0.46	20.0	
	0.305	2.020	L	18.50	0.42	22.0	20.80	0.33	28.0	
	0.304	1.000	R	3.33	9.90	0.229	3.33	19.2	0.118	
	0.302	1.000	R	9.65	7.00	0.324	9.65	6.32	0.358	
	0.302	1.002	R	15.68	2.89	0.784	15.68	1.51	1.50	
	0.301	1.000	R	21.90	4.00	0.566	21.90	0.81	2.80	
	0.297	0.985	T	3.02	10.5	0.209	3.02	18.4	0.119	
	0.299	0.985	T	9.41	6.55	0.336	9.41	9.60	0.229	
	0.304	0.985	T	15.40	4.58	0.480	15.40	2.20	1.00	
	0.301	0.985	T	20.40	4.34	0.506	20.40	1.49	1.47	
	コウヤ マキ Kôya- maki	0.286	2.019	L	4.75	0.52	17.7	4.45	1.25	7.38
		0.287	2.007	L	10.25	0.50	18.2	10.10	0.80	11.4
0.285		2.005	L	13.10	1.17	7.80	12.80	0.46	19.6	
0.286		2.017	L	18.70	0.37	24.6	18.40	0.43	21.4	
0.290		1.004	R	3.82	8.00	0.286	3.82	14.7	0.156	
0.289		1.005	R	10.25	4.07	0.563	10.25	3.85	0.595	
0.292		1.003	R	15.90	2.46	0.930	15.90	1.14	2.00	
0.291		0.999	R	19.40	1.90	1.19	19.40	1.69	1.34	
0.295		0.971	T	3.64	7.30	0.293	3.64	6.92	0.310	
0.291		0.984	T	9.92	3.92	0.561	9.92	4.59	0.480	
0.295		0.972	T	14.97	4.40	0.486	14.97	2.31	0.925	
0.293		0.972	T	19.82	3.70	0.578	19.82	1.42	1.51	
ツガ Tsuga		0.505	2.077	L	4.78	0.44	22.2	5.00	1.25	7.81
		0.508	2.073	L	11.70	0.41	23.7	11.80	1.05	9.26
	0.503	2.069	L	14.80	1.58	6.15	13.90	0.69	14.0	
	0.505	2.075	L	20.20	0.59	16.6	21.00	0.74	13.2	
	0.499	1.031	R	3.97	11.3	0.214	3.98	26.9	0.065	
	0.497	1.027	R	11.50	5.00	0.480	11.50	4.66	0.514	
	0.497	1.028	R	17.65	4.07	0.590	17.65	2.95	0.810	
	0.496	1.029	R	21.60	3.80	0.630	21.60	1.69	1.42	
	0.524	0.963	T	4.26	6.96	0.302	4.26	10.9	0.193	
	0.482	0.964	T	10.90	3.77	0.557	10.90	5.67	0.371	
	0.529	0.962	T	16.86	5.39	0.388	16.86	2.88	0.727	
	0.482	0.964	T	21.50	4.20	0.503	21.50	2.44	0.865	
	トガ サワラ Toga- sawara	0.503	1.990	L	4.87	0.58	15.4	4.47	1.80	4.98
		0.482	1.989	L	10.85	0.48	18.7	11.10	1.00	8.96
0.463		1.986	L	14.00	1.70	5.27	14.60	0.59	15.2	
0.488		1.988	L	18.40	0.52	17.3	19.60	0.72	12.3	
0.477		0.995	R	3.93	10.4	0.216	3.93	23.5	0.096	
0.472		0.993	R	10.82	7.30	0.306	10.82	7.83	0.285	
0.476		0.992	R	16.20	3.60	0.620	16.20	2.88	0.770	
0.475		0.994	R	18.90	4.08	0.553	18.90	2.68	0.841	
0.457		0.985	T	3.65	12.0	0.183	3.65	23.1	0.095	
0.451		0.985	T	10.13	6.80	0.326	10.13	11.7	0.189	
0.452		0.983	T	15.15	4.85	0.450	15.15	4.00	0.546	
0.460		0.981	T	18.78	4.45	0.490	18.78	2.34	0.930	

*2 Specific gravity was obtained as oven-dry weight—dry volume basis.

第 1 表 (つづき)

Table 1. (Continued)

材種 Wood species	比重 Specific gravity	拡散距離 Length of diffusion (cm)	方向 Direction	吸 湿 Sorption			脱 湿 Desorption			
				平衡含水率 E.M.C. (%)	半減時間 Half time (days)	平均拡散係数 Av. diffusion coefficient $\times 10^6$ (cm ² /sec)	初期含水率 I.M.C. (%)	半減時間 Half time (days)	平均拡散係数 Av. diffusion coefficient $\times 10^6$ (cm ² /sec)	
クサマキ Kusa-maki	0.525	1.996	L	4.02	0.72	12.5	4.02	0.95	9.48	
	0.525	1.998	L	10.47	0.69	13.1	10.47	0.85	10.6	
	0.515	1.993	L	15.28	1.20	7.50	15.28	0.62	14.5	
	0.522	1.992	L	21.46	1.30	6.93	21.46	0.75	12.0	
	0.497	0.979	R	4.49	5.20	0.417	4.49	10.2	0.213	
	0.499	0.974	R	11.64	2.46	0.873	11.64	3.66	0.588	
	0.497	0.976	R	16.17	3.02	0.713	16.17	2.66	0.808	
	0.502	0.975	R	25.30	3.69	0.582	25.3	2.60	0.827	
	0.486	0.963	T	4.52	2.80	0.751	4.52	3.30	0.637	
	0.492	0.965	T	11.62	2.64	0.797	11.62	2.60	0.811	
	0.483	0.966	T	16.22	2.80	0.754	16.22	1.75	1.21	
	0.503	0.966	T	22.03	4.59	0.460	22.03	1.65	1.28	
	モミ Momi	0.359	1.994	L	3.32	0.80	11.3	3.32	0.70	12.9
		0.351	1.998	L	9.40	0.62	14.6	9.40	0.82	11.1
0.346		1.994	L	14.62	1.16	7.80	14.62	0.45	20.0	
0.355		1.994	L	20.56	1.15	7.88	20.56	0.63	14.3	
0.355		0.988	R	4.38	6.25	0.353	4.38	11.6	0.191	
0.349		0.988	R	11.90	2.69	0.820	11.90	3.81	0.580	
0.343		0.987	R	16.50	3.35	0.658	16.50	2.90	0.761	
0.349		0.988	R	25.63	3.25	0.679	25.63	1.20	1.84	
0.340		0.974	T	4.90	3.60	0.597	4.90	2.80	0.766	
0.333		0.974	T	12.06	1.62	1.23	12.06	1.05	2.05	
0.343		0.973	T	17.38	1.80	1.19	17.38	0.91	2.36	
0.344		0.973	T	23.60	1.82	1.18	23.60	0.75	2.86	
クロマツ Kuro-matsu		0.575	2.022	L	4.17	0.90	10.3	4.17	1.29	7.18
		0.579	2.013	L	10.98	0.69	13.3	10.98	1.10	8.42
	0.583	2.026	L	16.12	1.20	7.72	16.12	0.65	14.3	
	0.565	2.024	L	23.98	1.38	6.72	23.98	0.75	12.6	
	0.514	1.006	R	4.71	2.25	1.02	4.71	6.00	0.380	
	0.512	1.007	R	11.95	1.64	1.40	11.95	2.20	1.04	
	0.509	1.007	R	17.77	2.36	0.972	17.77	1.67	1.36	
	0.513	1.006	R	27.95	3.39	0.746	27.95	1.75	1.30	
	0.542	0.966	T	4.53	17.4	0.121	4.53	24.7	0.085	
	0.537	0.969	T	11.78	6.20	0.344	11.78	6.76	0.314	
	0.541	0.970	T	16.45	4.90	0.435	16.45	3.42	0.621	
	0.544	0.969	T	24.70	5.32	0.401	24.70	1.60	1.33	
	アカマツ Aka-matsu	0.455	1.995	L	3.43	1.14	7.95	3.43	1.69	5.33
		0.438	1.995	L	9.50	0.78	11.36	9.50	0.93	9.68
0.440		1.995	L	13.98	1.42	6.37	13.98	0.57	15.8	
0.443		1.995	L	20.68	1.39	6.51	20.68	0.63	14.3	
0.460		0.978	R	4.01	11.3	0.191	4.01	16.7	0.130	
0.455		0.984	R	11.34	4.40	0.498	11.34	7.30	0.301	
0.460		0.979	R	16.37	4.30	0.504	16.37	3.63	0.598	
0.458		0.981	R	26.35	4.85	0.449	26.35	2.30	0.947	
0.458		0.965	T	4.06	15.0	0.141	4.06	20.6	0.102	
0.480		0.967	T	9.46	8.00	0.265	9.46	6.23	0.349	
0.443		0.966	T	17.80	4.20	0.503	17.80	6.33	0.333	
0.447		0.966	T	23.79	5.70	0.371	23.79	1.20	1.76	

水率 M_{∞} との比をもって吸湿，脱湿速度を示したものである。吸湿過程では最初はすべて含水率ゼロより出発し，4種の E.M.C. に達する時間が測定されている。脱湿過程では平衡状態にある4種の I.M.C. より出発して最終の含水率はゼロとなるはずであるが，実際には I.M.C. の70～90%の水分が失われたところで実験が打ち切られている。用いた試料の厚さ，すなわち，拡散距離は軸方向約2cm，半径，接線方向はそれぞれ約1cmであるが，ある一定の M_t/M_{∞} に達する時間は，材種，方向，E.M.C.，I.M.C. によって大いに違いがある。

まず，吸湿過程において E.M.C. の90%，すなわち， M_t/M_{∞} が0.9に達する時間をみると，軸方向ではヒノキの1.6日（E.M.C.=4.3%）という早いものから，トガサワラの19日（E.M.C.=14.0%）という長時間を要するものが観察された。半径方向において M_t/M_{∞} が30%に達する時間はヒノキ（E.M.C.=17.4%），クロマツ（E.M.C.=17.8%）の1.0日から，カラマツ（E.M.C.=2.8%）の5.6日，90%に達する時間はコウヤマキ（E.M.C.=19.4%）の6.6日からトガサワラ（E.M.C.=3.9%）の44日，接線方向で M_t/M_{∞} が30%に達する時間は，ヒノキ（E.M.C.=23.5%）の0.7日から，クロマツ（E.M.C.=4.5%）の8.7日，90%に達する時間はヒノキ（E.M.C.=17.3%）の5.4日からカラマツ（E.M.C.=3.2%），ネズコ（E.M.C.=3.0%）の44日という広い範囲の値がえられている。

他方，脱湿過程では，軸方向の拡散によって I.M.C. の70%が失われるまでに要する時間は，サワラ（I.M.C.=18.9%）の0.7日ないし，トガサワラ（I.M.C.=4.5%）の3.6日である。また半径方向で M_t/M_{∞} が30%に達する時間は，ネズコ（I.M.C.=21.9%），ツガ（I.M.C.=21.7%）の0.15日以下からカラマツ（I.M.C.=2.8%）の11.2日，70%に達する時間はネズコ（I.M.C.=16.9%）の2.4日ないしアカマツ（I.M.C.=4.1%）の38.6日，接線方向で M_t/M_{∞} が30%に達する時間はモミ（I.M.C.=17.4%）の0.26日，トガサワラ（I.M.C.=3.7%）の7.7日，また70%に達する時間は，モミ（I.M.C.=23.6%）の1.5日からアカマツ（I.M.C.=17.8%）の41.7日である。

以上のように吸湿，脱湿の速度は，材種，含水率によって著しい相違がある。

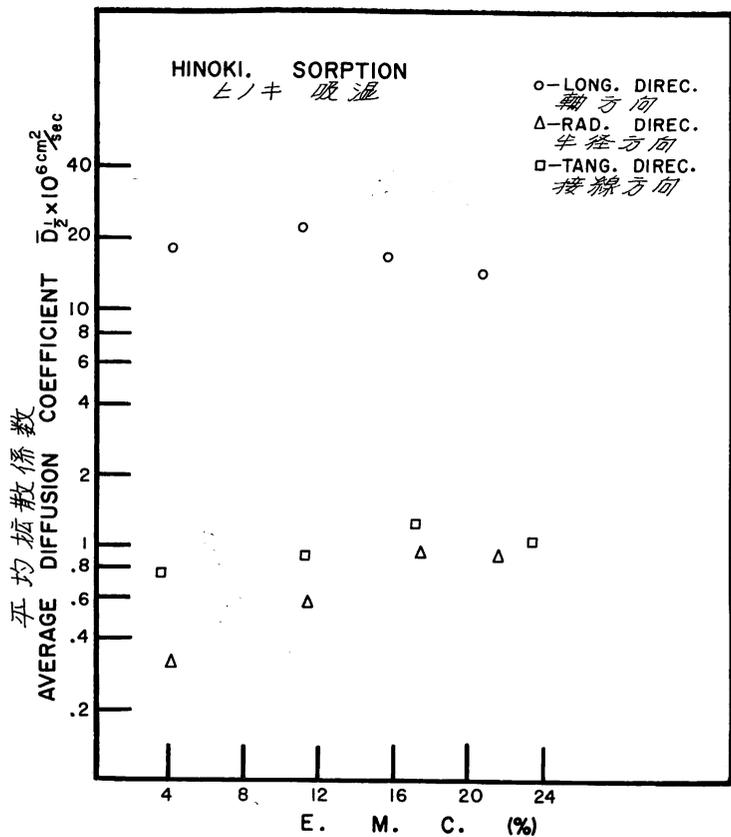
2. 吸湿，脱湿拡散係数

a) 材種

供試された邦産主要針葉樹材12種の比重，拡散方向，含水率と，これに対応する平均拡散係数の値が一括して第1表に示してある。第1～6図には，ヒノキ，サワラ，カラマツの3材種について，平均拡散係数と含水率との関係を方向別に示してある。すでにスギ，トドマツにおいてみられたように³⁾，半径および接線方向の拡散係数はおおむね近似した値を示すが，軸方向はこれよりはるかに高い値をとる。

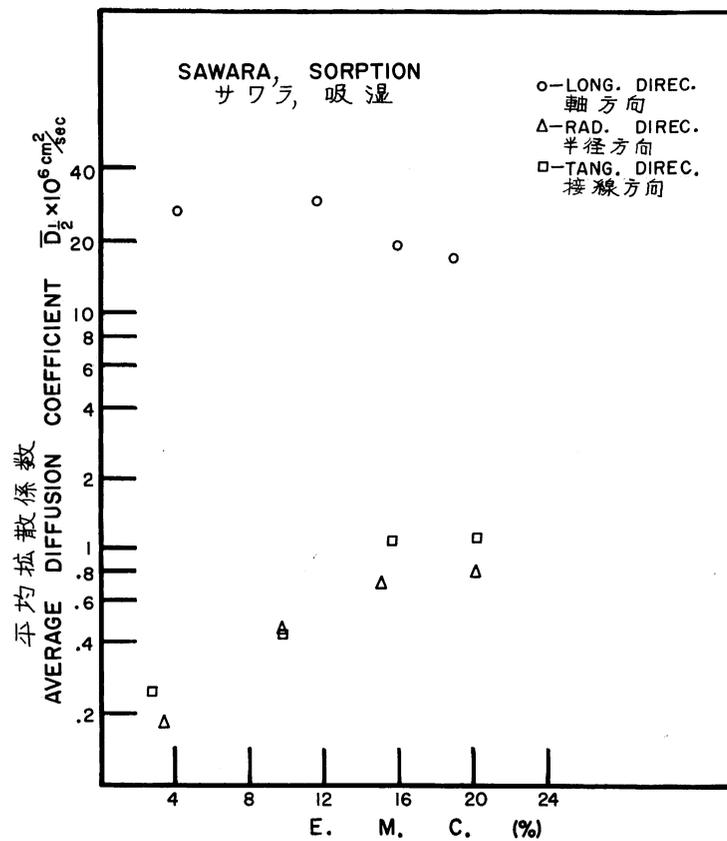
第7～12図は供試された12種の材の平均拡散係数の対数と含水率との関係を方向別に，吸湿，脱湿過程について図示したものであるが，いずれの場合にも点のバラツキは相当に著しい。このバラツキが果たして材種の相違のみに由来するものかどうかは，にわかには断定できない。すなわち，比較的一定して高い値を示すものはヒノキ，低い値を示すものにはアカマツ，カラマツ，トガサワラ，中位の値を示すものにはツガがあるに過ぎないからである。

しかしのちにのべるように，材種間にみられる拡散係数の違いは，比重の違いが原因しているとも考えられ，事実，第13，14図に示すように，平均拡散係数は比重が大きくなるとともに減少する。このことは，同一材種については，木材中の水の拡散係数の理論式からも容易に予測されることである⁴⁾。



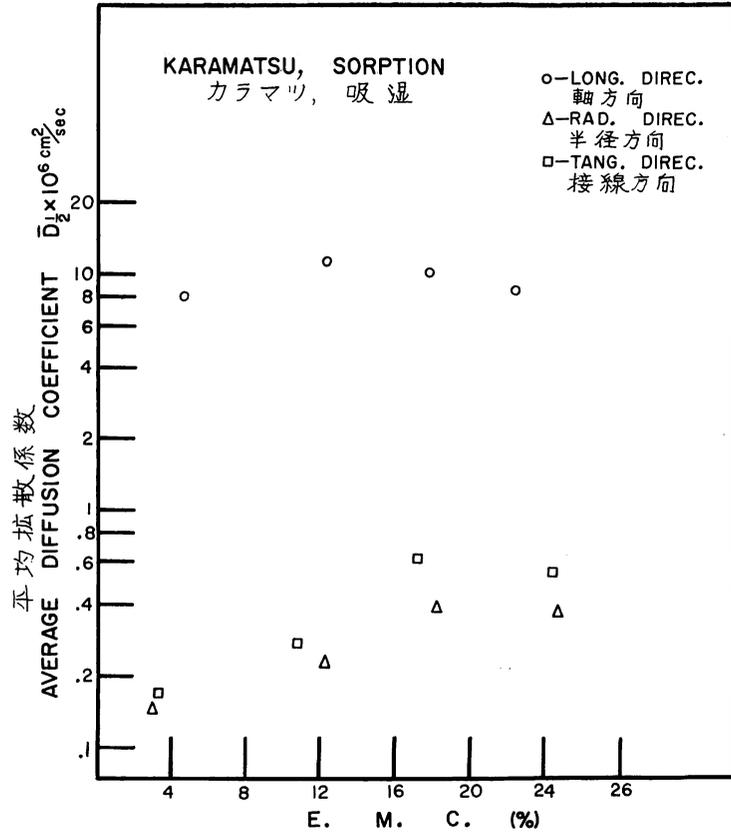
第1図 吸湿過程におけるヒノキ材の平均拡散係数

Fig. 1 Average diffusion coefficient of moisture in the sorption process of Hinoki heartwood.

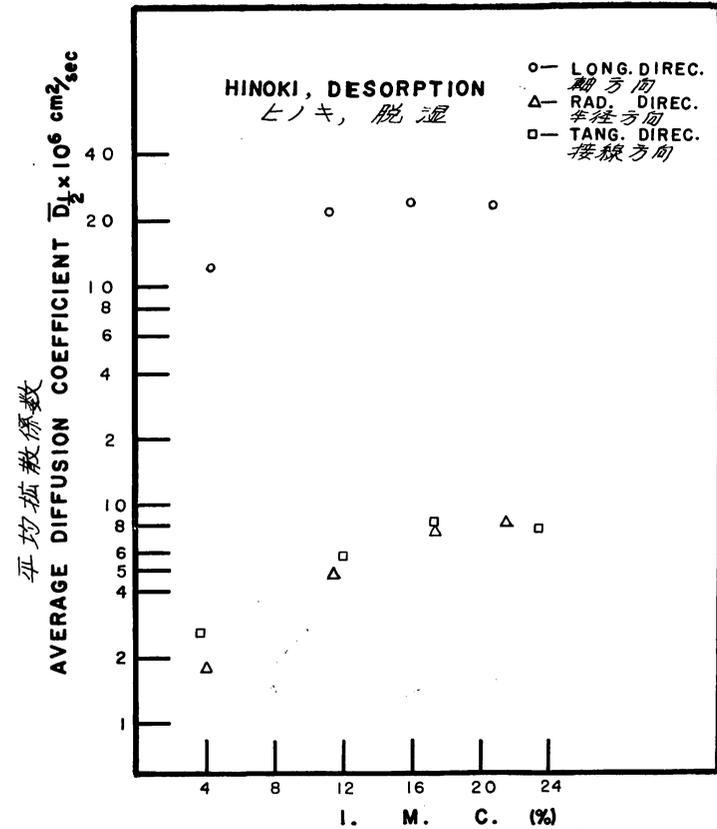


第2図 吸湿過程におけるサワラ材の平均拡散係数

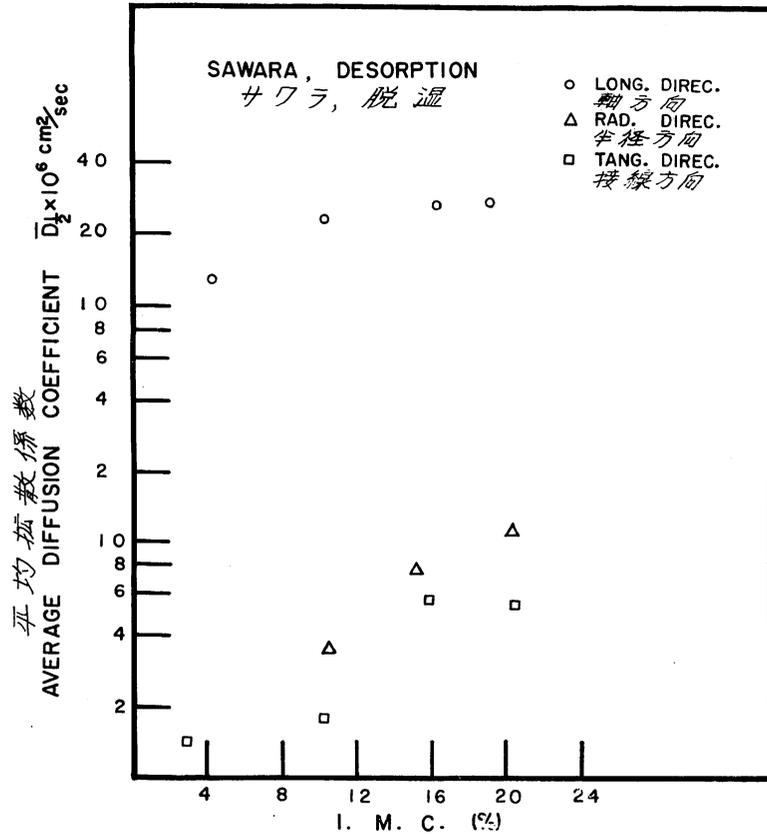
Fig. 2 Average diffusion coefficient of moisture in the sorption process of Sawara heartwood.



第3図 吸湿過程におけるカラマツ材の平均拡散係数
Fig. 3 Average diffusion coefficient of moisture in the sorption process of Karamatsu heartwood.

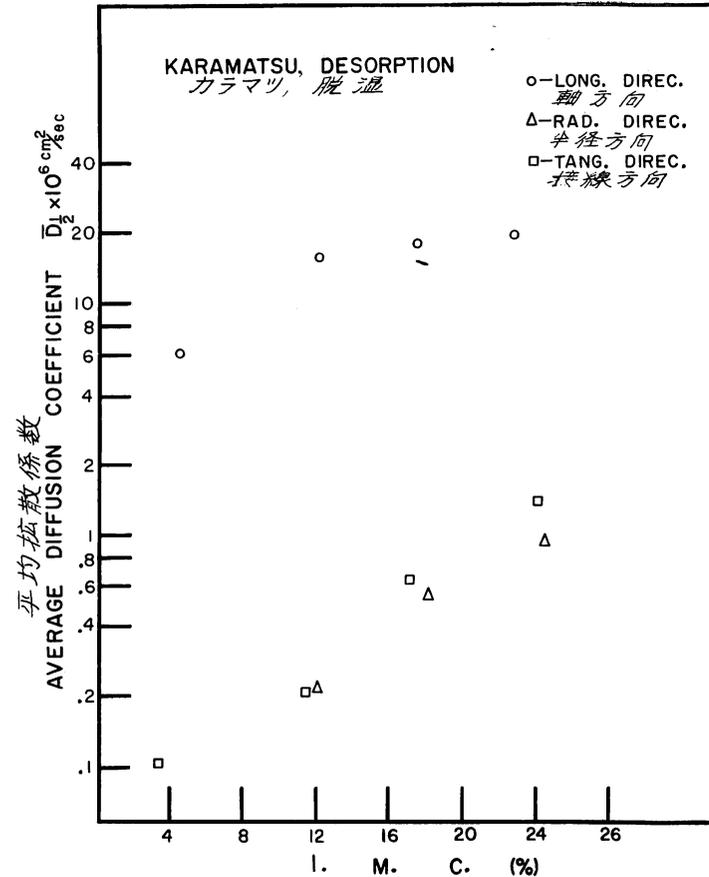


第4図 脱湿過程におけるヒノキ材の平均拡散係数
Fig. 4 Average diffusion coefficient of moisture in the desorption process of Hinoki heartwood.



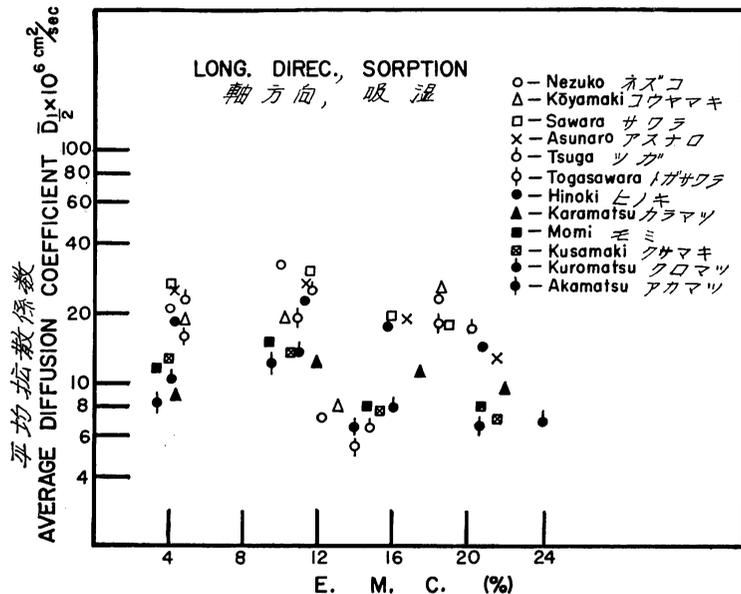
第5図 脱湿過程におけるサワラ材の平均拡散係数

Fig. 5 Average diffusion coefficient of moisture in the desorption process of Sawara heartwood.

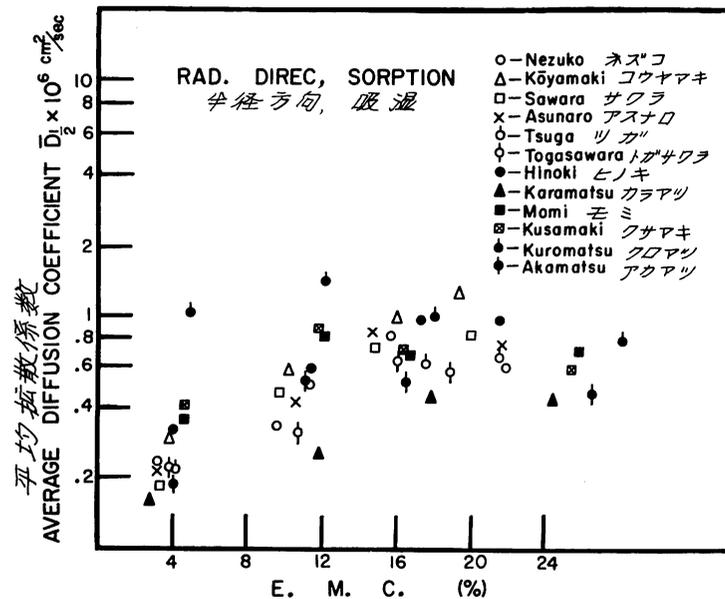


第6図 脱湿過程におけるカラマツ材の平均拡散係数

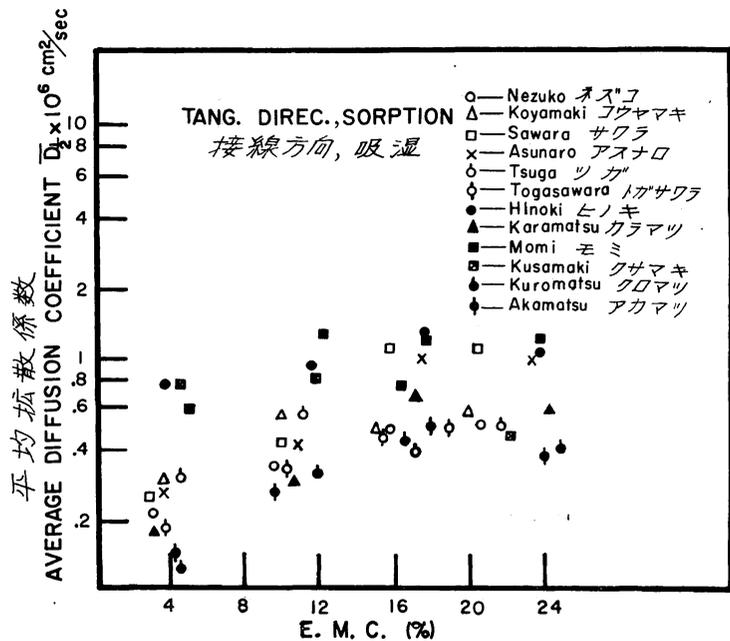
Fig. 6 Average diffusion coefficient of moisture in the desorption process of Karamatsu heartwood.



第7図 針葉樹材の軸方向における吸湿の平均拡散係数と平衡含水率との関係
Fig. 7 Relationship between average diffusion coefficient in the longitudinal sorption and E.M.C. of coniferous woods.

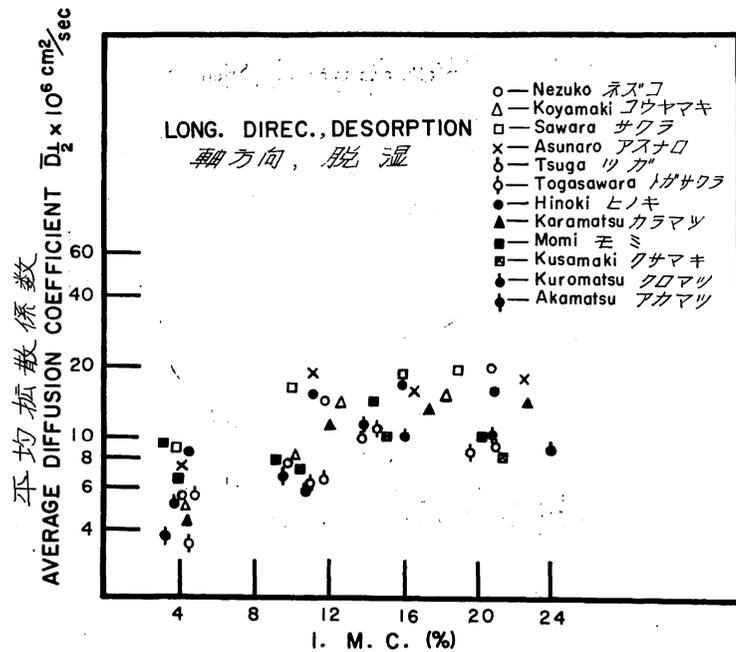


第8図 針葉樹材の半径方向における吸湿の平均拡散係数と平衡含水率との関係
Fig. 8 Relationship between average diffusion coefficient in the radial sorption and E.M.C. of coniferous woods.



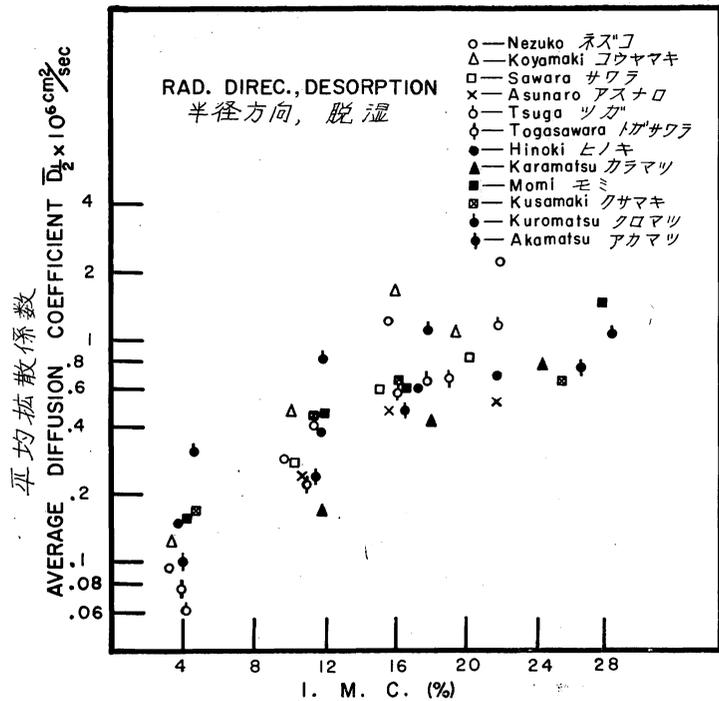
第9図 針葉樹材の接線方向における吸湿の平均拡散係数と平衡含水率との関係

Fig. 9 Relationship between average diffusion coefficient in the tangential sorption and E.M.C. of coniferous woods.



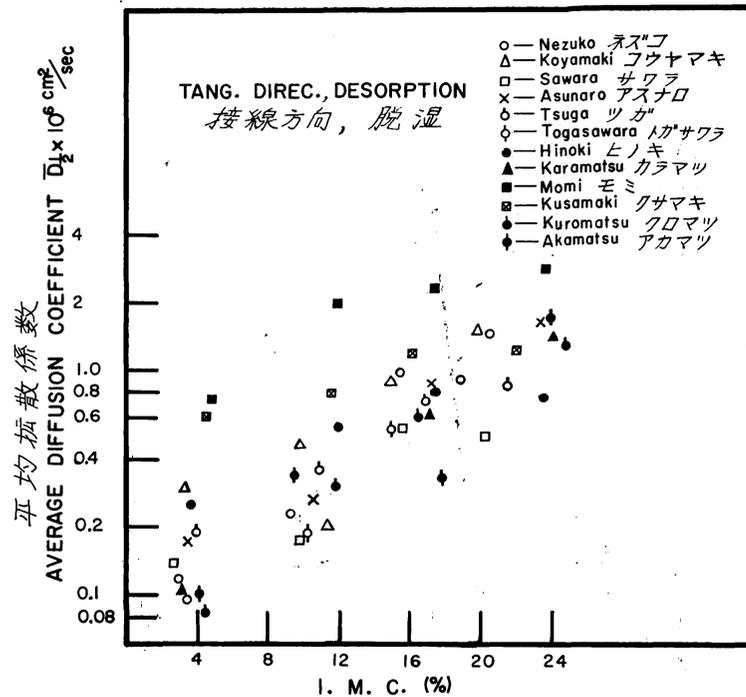
第10図 針葉樹材の軸方向における脱湿の平均拡散係数と初期含水率との関係

Fig. 10 Relationship between average diffusion coefficient in the longitudinal desorption and I.M.C. of coniferous woods.



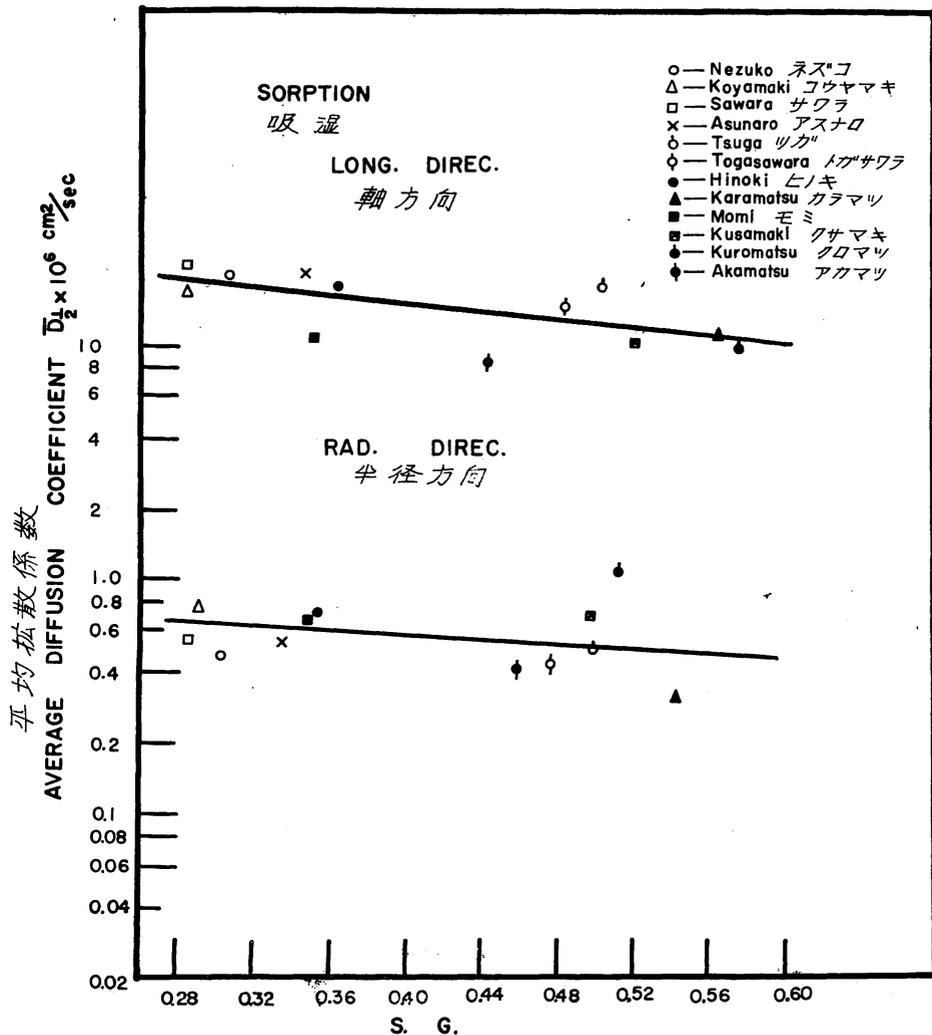
第11図 針葉樹材の半径方向における脱湿の平均拡散係数と初期含水率との関係

Fig. 11 Relationship between average diffusion coefficient in the radial desorption and I.M.C. of coniferous woods.



第12図 針葉樹材の接線方向における脱湿の平均拡散係数と初期含水率との関係

Fig. 12 Relationship between average diffusion coefficient in the tangential desorption and I.M.C. of coniferous woods.



第13図 平均拡散係数と材の比重 (S.G.) との関係 (吸湿)

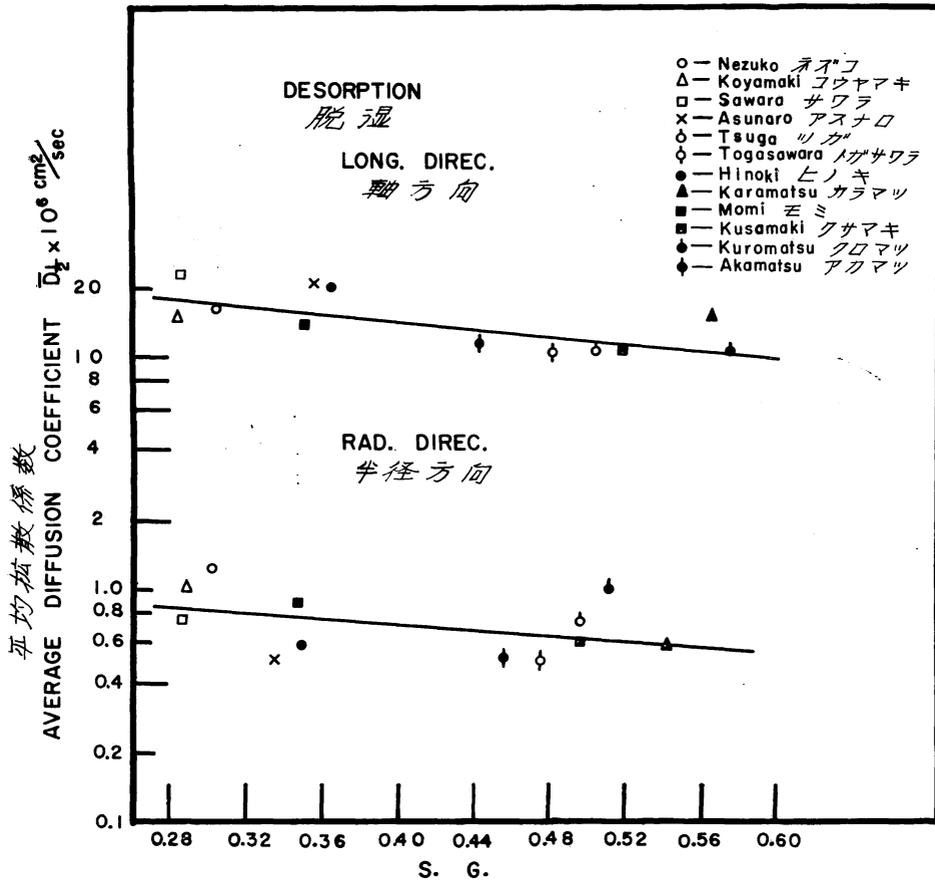
Fig. 13 Relationship between average diffusion coefficient and the specific gravity of wood (sorption).

b) 方 向

第7図は吸湿過程における軸方向の平均拡散係数と E.M.C. との関係を示す図で、含水率 10% 付近に極大値の存在を思わせるが、全般的には E.M.C. の増大とともに、平均拡散係数は減少する傾向を示している。一方、半径、接線方向では、平均拡散係数は E.M.C. とともに増大し、16% 付近で極大値をとる山形の傾向がある (第8, 9図)。平均拡散係数の値は軸方向が $5 \sim 30 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{sec}$ の範囲にあるのに対して、半径、接線方向では、 $0.1 \sim 1.5 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{sec}$ の間にある。

他方、脱湿過程においては、平均拡散係数の対数と I.M.C. との関係はむしろ直線的で、極大値を示す傾向は、軸方向にやや認められるに過ぎない (第10~12図)。

以上のような関係は個々の材種についてもみられるのである (第1~6図)。



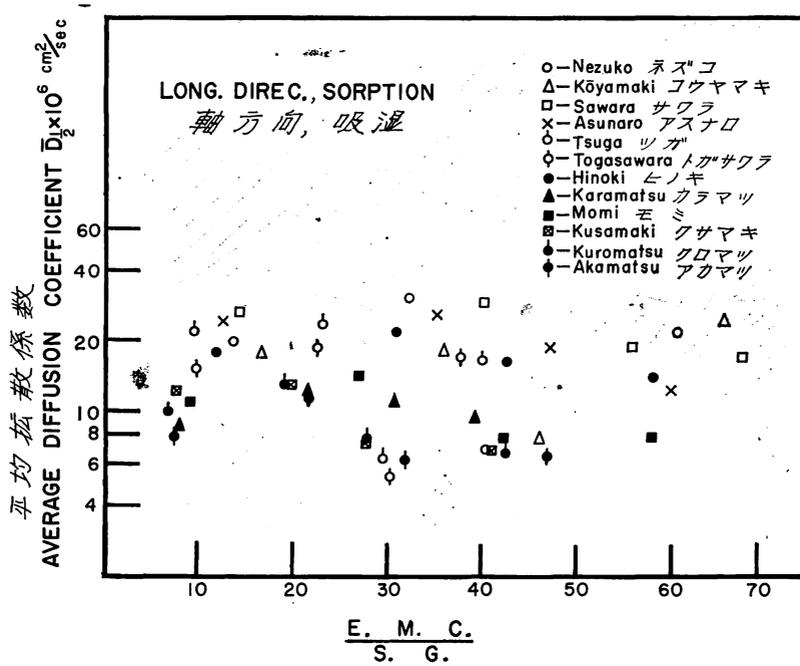
第14図 平均拡散係数と材の比重 (S.G.) との関係 (脱湿)
 Fig. 14 Relationship between average diffusion coefficient and the specific gravity of wood (desorption).

c) 含水率

すでに述べたように、平均拡散係数の値は、吸湿過程においては E.M.C., 脱湿過程においては I.M.C. によって変化し、軸方向の吸湿を除いては一般に含水率とともに増大する (第7~12図)。この結果は著者がスギその他の材でえた結果⁹⁾, あるいは多くの研究者のえた結果⁷⁾とも一致するもので、また理論式の計算値とも符合する。含水率の増加とともに拡散係数が増加する理由は、細胞膜中の拡散係数が増加することに帰せられるが、含水率の増加にともなう膜孔膜小孔の毛管凝縮水による閉鎖が、内腔-膜孔系における水蒸気の拡散に対し、どのような影響を与えるかは、なお、ほとんど明らかにされていない。

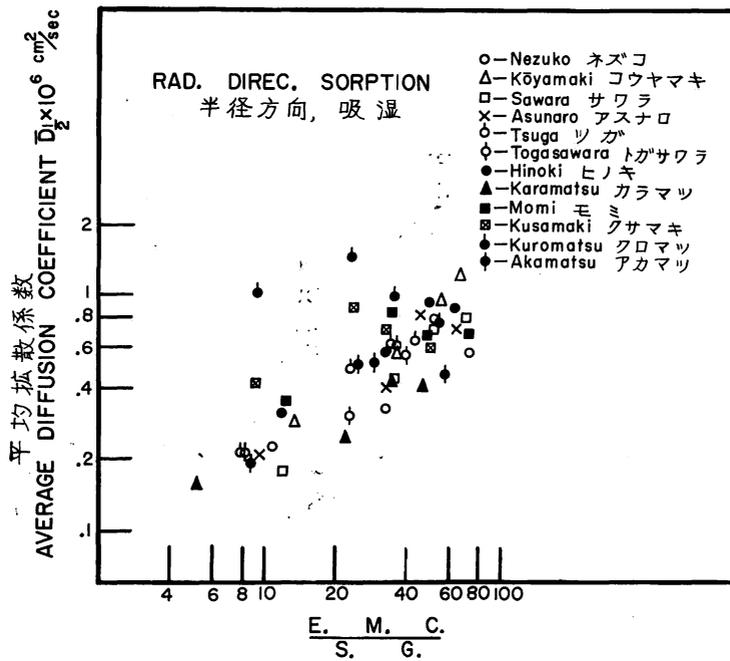
d) 比重 (S.G.)

第1表の数値、あるいは第7~12図の内容からも、比重の大きな材は小さな拡散係数をもつことが推測できるのであるが、この点をさらに明確にするために、第13, 14図を示した。この図は各材種のそれぞれの方向に所属する4種の含水率を一括して、材の比重と平均拡散係数の平均をもとめ、両者の関係を示したものである。この図によれば、以前 BUCKMAN ら⁶⁾が半減時間として報告したように、吸湿、脱湿の軸、半径、いずれの方向においても、比重の増加とともに平均拡散係数は減少する傾向にある。



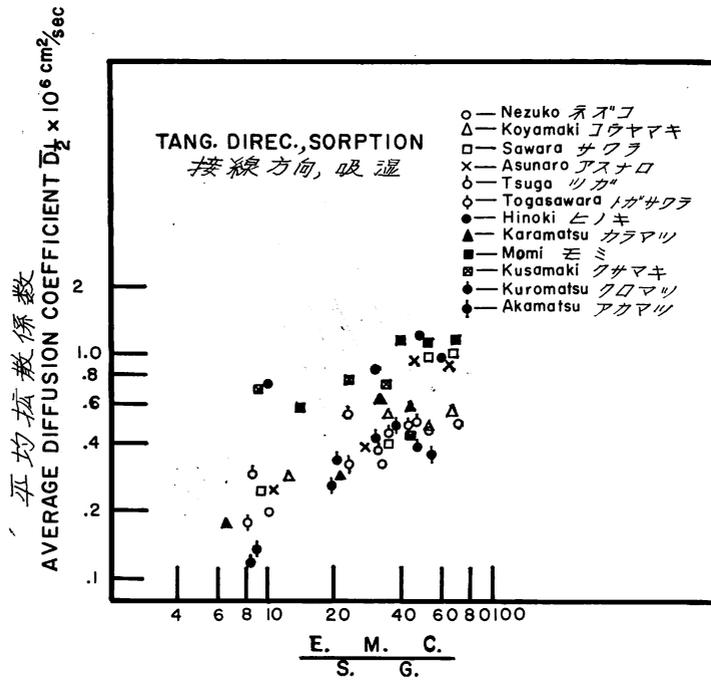
第15図 軸方向における吸湿の拡散係数と平衡含水率/比重の関係

Fig. 15 Relationship between average diffusion coefficient in the longitudinal sorption and E.M.C./S.G.



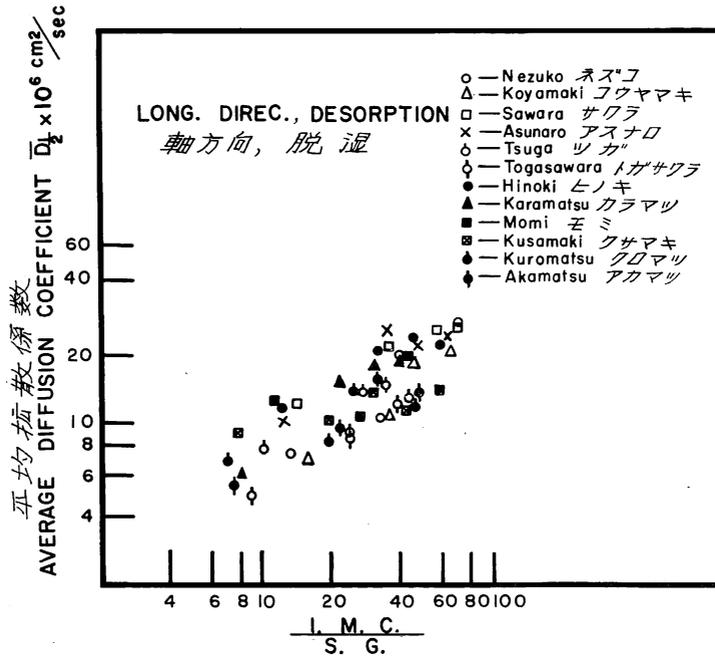
第16図 半径方向における吸湿の平均拡散係数と平衡含水率/比重との関係

Fig. 16 Relationship between average diffusion coefficient in the radial sorption and E.M.C./S.G.



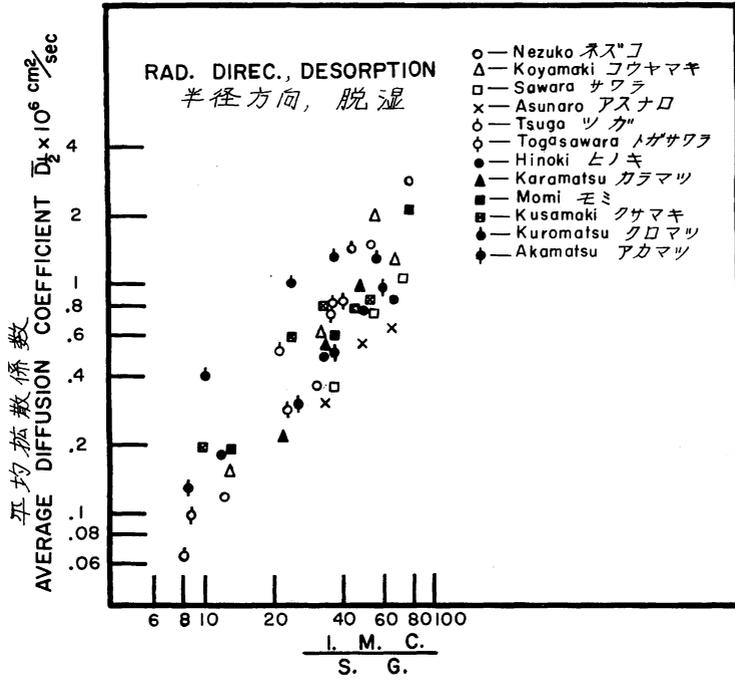
第17図 接線方向における吸湿の平均拡散係数と平衡含水率/比重との関係

Fig. 17 Relationship between average diffusion coefficient in the tangential sorption and E.M.C./S.G.



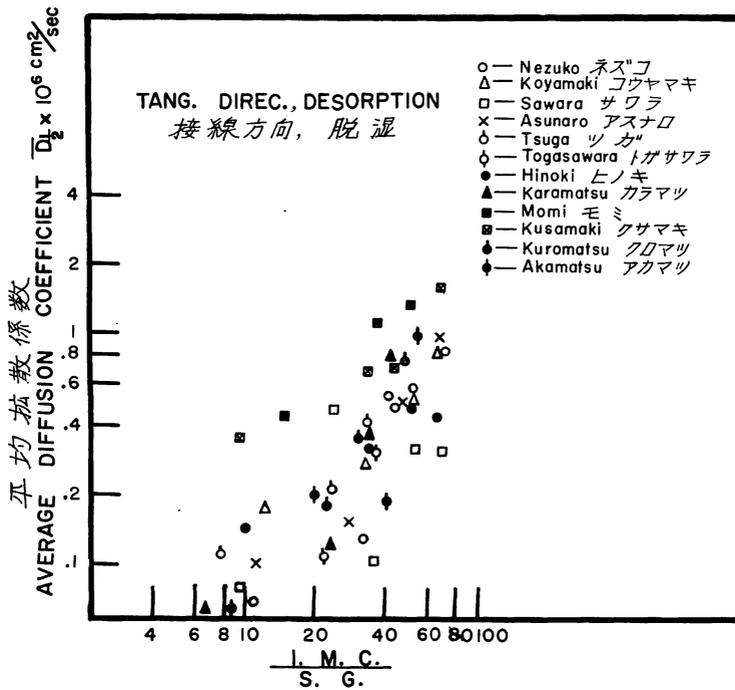
第18図 接線方向における吸湿の平均拡散係数と初期含水率/比重との関係

Fig. 18 Relationship between average diffusion coefficient in the longitudinal desorption and I.M.C./S.G.



第19図 半径方向における脱湿の平均拡散係数と初期含水率/比重との関係

Fig. 19 Relationship between average diffusion coefficient in the radial desorption and I.M.C./S.G.



第20図 接線方向における脱湿の平均拡散係数と初期含水率/比重との関係

Fig. 20 Relationship between average diffusion coefficient in the tangential desorption and I.M.C./S.G.

この第 13, 14 図を検討してみるとくに興味をひかれる点は、前にものべたように、比重の近似した材種について軸方向と半径方向の拡散係数を比べると、軸方向で大きな値を示すものは半径方向では小さく、逆に軸方向で小さな値を示すものは、半径方向で大きな値を示す傾向のあることである。もちろんこれは試験された全材種についていいうことではなく、アカマツ、トガサワラなどは例外である。

上記のような、拡散係数の方向による相対的大小関係の逆転は、木材中における水の拡散通路、とくに膜孔—内腔系の通路が、材種によって、軸あるいは半径方向のいずれか一方に通りやすくなっているためではないかと思われる。顕微鏡的に観察される膜孔は、かならずしも内腔の膜面上に均一に分布しているものではないから、これが原因となっていることも考えられるが、また、たとへ膜孔が均一に分布しているも；トールスによる膜孔の閉鎖によって、ある特定の方向のみの通路が有効に働いている場合も考えられる。

e) 含水率/比重

前報⁴⁾において、拡散係数の理論式から計算によってもとめた平均拡散係数の対数と、含水率/比重の対数との間に直線関係の存在することが予想された。この関係は一材種について、その比重を広い範囲に変えた場合の計算によってえられたものであったが、同じ関係が材種に無関係に成りたつのではないかと考えて、比重を異にする針葉樹材 12 種をとって拡散係数を測定したのである。12 種の材の比重の範囲は 0.28~0.58 で、主要な針葉樹材の比重はおおむねこの範囲にある。

第 15~20 図にみられる結果によれば、吸湿過程の軸方向を除いては、平均拡散係数の対数と、含水率/比重の対数との間の関係は、おおむね直線的傾向を示しており、理論式の計算の結果を裏書きしている。しかし拡散係数の実測値のバラツキは相当いちじるしく、とくにクロマツ、クサマキにその傾向が強い（第 16, 19 図）。データのバラツキは比重のみを考慮して、材種の特長、すなわち、膜孔数あるいはその大きさなどを無視していることを考えれば、むしろ当然かも知れない。しかし、以上のデータにみられるように、ごく大まかに考えれば、木材中における水分の拡散係数は、材種のいかんにかかわらず、含水率と比重によって決まるものということもできるのである。

文 献

- 1) 横田徳郎：木材誌，5，pp. 143~149，(1959)
- 2) ————：Ibid 8，pp. 192~197，(1962)
- 3) ————・後藤君子：林試研報，158，pp. 45~70，(1963)
- 4) ————：Ibid.，173，pp. 167~175，(1965)
- 5) ————：未発表（木材学会誌へ投稿中）
- 6) BUCKMAN, S. J. and L.W. REES : Univ. Minn., Agr. Expt. Stat., Techn. Bull., 108, (1935)
- 7) KÜBLER, H. : Holz als Roh, 15, pp. 453~468, (1957)
- 8) STAMM, A.J. and R.M. NELSON : For. Prod. Jour., 11, pp. 536~543, (1961)

Diffusion Coefficients of Moisture through Coniferous Woods in the Sorption and Desorption Processes.

Tokuo YOKOTA and Kimiko GOTÔ

(Résumé)

Diffusion coefficients of moisture through twelve important Japanese coniferous woods (heartwood), i.e. Hinoki (*Chamaecyparis obtusa* ENDL.), Sawara (*Camaecyparis pisifera* ENDL.), Karamatsu (*Larix leptolepis* GORDON), Asunaro (*Thujaopsis dolabrata* SIEB. et ZUCC.), Nezuko (*Thuja standishii* CARR.), Kôyamaki (*Sciadopytys verticillata* SIEB. et ZUCC.), Tsuga (*Tsuga sieboldii* CARR.), Togasawara (*Pseudotsuga japonica* BEISSN.), Kusamaki (*Podocarpus macrophylla* D. DON), Momi (*Abies firma* SIEB. et ZUCC.), Kuromatsu (*Pinus thunbergii* PARL.), and Akamatsu (*Pinus densiflora* SIEB. et ZUCC.), were determined under the non-steady state at 40°C. Wood species, specific gravities of wood, length and direction of the diffusion, average diffusion coefficients, and the equilibrium or initial moisture contents (E.M.C. and I.M.C.) in the sorption and desorption processes are shown in Table 1. The average diffusion coefficients \bar{D} were calculated from the half-time t and the length of diffusion l , using the equation $\bar{D}=0.049/(t/4l^2)$.

Relationships between the average diffusion coefficient and the moisture content, specific gravity of wood and ratio of moisture content per specific gravity, were obtained. The average diffusion coefficient increases with E.M.C. or I.M.C. (Fig. 1 to 12) except that of the longitudinal direction in the sorption process. The logarithm of the average diffusion coefficient decreases with the specific gravity of wood, S.G. (Fig. 13 and 14), and increases linearly with the logarithm of E.M.C./S.G. or I.M.C./S.G. except the diffusion coefficient of longitudinal sorption (Fig. 15 to 20).

The greater longitudinal and smaller radial diffusion coefficient which were observed in several species (Fig. 13 and 14), suggest that some specific pass way for moisture exists in each wood (presumably by closing local pit openings).

付 表

付表注：*¹ L, R, T はそれぞれ軸, 半径, 接線方向を示す。

L, R, and T represent longitudinal, radial and tangential directions respectively.

*² Mt はある時間における含水率, M_{∞} は平衡または初期含水率を示す。

Mt and M_{∞} represent moisture contents at time t and equilibrium or initial moisture content.

方向 Direction	平衡または 初期含水率 E.M.C. or I.M.C. (%)	Mt/M_{∞}^{*2}									
		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
ヒ ノ キ Hinoki											
吸 湿 Sorption (日数, days)											
L*1	4.33	—	—	—	0.25	0.50	0.74	0.86	1.00	1.56	15.0
L	11.27	—	—	0.20	0.27	0.41	0.61	0.81	1.20	3.30	13.7
L	15.67	—	—	0.13	0.36	0.55	0.92	1.08	1.58	2.56	14.8
L	20.75	—	—	0.21	0.41	0.64	0.89	1.37	2.11	5.10	15.0
R*1	4.18	—	1.48	2.90	5.00	7.45	11.3	18.3	27.0	37.5	53.0
R	11.45	—	0.80	1.25	3.10	3.90	5.10	6.45	8.40	17.2	53.0
R	17.35	—	—	1.00	1.58	2.45	3.23	4.27	5.68	8.66	53.0
R	21.55	—	—	1.16	1.72	2.55	3.42	4.24	5.47	6.85	53.0
T*1	3.65	—	0.41	0.93	1.80	2.80	3.79	5.82	7.90	12.0	50.8
T	11.38	—	0.46	1.29	1.74	2.38	3.17	4.71	6.55	8.51	19.8
T	17.30	—	0.56	0.81	1.25	1.75	2.27	2.95	4.10	5.40	7.14
T	23.45	—	0.37	0.70	1.60	2.10	2.81	3.69	4.75	6.45	13.0
脱 湿 Desorption											
L	4.32	—	0.32	0.45	0.58	0.74	0.93	1.26	1.74	2.52	—
L	11.25	—	—	—	0.30	0.42	0.56	0.72	0.88	1.52	—
L	16.00	—	—	—	0.27	0.38	0.52	0.68	0.84	1.09	—
L	20.80	—	—	—	0.29	0.40	0.53	0.67	0.85	1.21	—
R	4.18	0.43	1.79	4.85	7.94	12.1	17.8	—	—	—	—
R	11.45	0.20	0.46	1.23	2.56	4.67	8.40	13.3	—	—	—
R	17.30	0.01	0.27	0.85	1.69	2.92	5.20	9.00	16.0	—	—
R	21.60	0.05	0.32	0.81	1.52	2.65	4.20	7.83	13.7	—	—
T	3.71	0.55	2.19	3.56	6.14	8.33	10.7	13.9	17.7	—	—
T	12.00	—	0.42	1.19	1.99	3.72	5.77	9.23	15.2	31.5	—
T	17.30	—	0.30	0.69	1.39	2.56	4.15	7.62	—	—	—
T	23.40	—	0.31	0.74	1.51	2.85	5.10	9.86	—	—	—
サ ワ ラ Sawara											
吸 湿 Sorption (日数, days)											
L	4.08	—	—	—	0.01	0.36	0.55	0.74	0.98	1.84	14.0
L	11.64	—	—	—	0.07	0.31	0.49	0.74	0.98	3.04	14.0
L	15.92	—	—	0.03	0.29	0.49	0.74	1.08	1.73	3.00	14.0
L	18.90	—	—	0.48	0.35	0.55	0.81	1.26	1.96	5.15	15.0
R	3.35	—	2.58	5.00	8.35	12.2	17.8	24.3	31.7	40.0	—
R	9.85	—	—	1.74	3.75	5.01	6.50	8.4	13.0	30.0	—
R	15.00	—	—	1.48	2.19	3.20	4.00	5.02	6.25	8.00	—
R	20.15	—	—	1.48	2.13	2.83	3.92	5.10	6.35	7.70	—
T	2.77	0.16	1.70	3.60	6.00	8.60	11.6	16.6	28.4	38.4	51.0
T	9.86	0.41	1.40	2.20	3.26	4.90	6.55	8.15	9.66	13.0	20.0
T	15.60	0.10	0.70	1.10	1.55	2.00	2.60	3.30	4.40	5.70	13.0
T	20.15	0.10	0.70	1.10	1.52	1.95	2.70	3.60	4.65	6.68	13.0
脱 湿 Desorption											
L	4.06	—	0.31	0.45	0.59	0.76	0.92	1.23	1.71	2.56	—
L	10.07	—	—	—	0.27	0.40	0.53	0.71	0.88	1.54	—
L	15.95	—	—	—	—	0.36	0.51	0.67	0.85	1.32	—
L	18.90	—	—	—	—	0.35	0.49	0.65	0.85	1.23	—
R	3.35	0.81	3.10	7.40	12.5	—	—	—	—	—	—
R	10.30	0.12	0.72	1.69	3.31	6.60	10.8	16.8	—	—	—
R	15.00	0.04	0.34	0.86	1.69	2.97	5.58	10.6	—	—	—
R	20.11	0.02	0.21	0.62	1.21	2.12	3.61	7.28	14.5	—	—
T	2.75	2.43	5.60	8.18	10.7	15.2	28.5	—	—	—	—
T	10.10	0.16	1.44	3.75	6.25	11.7	21.0	32.6	—	—	—
T	15.60	0.12	0.55	1.29	2.36	3.84	7.60	—	—	—	—
T	20.15	0.09	0.41	0.96	2.22	4.00	7.30	—	—	—	—

方向 Direction	平衡または 初期含水率 E.M.C. or I.M.C. (%)	Mt/M _∞									
		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
カ ラ マ ツ Karamatsu											
吸 湿 Sorption (日数, days)											
L	4.44	—	0.34	0.52	0.77	1.06	1.44	1.85	2.59	3.88	13.7
L	12.03	—	0.28	0.44	0.64	0.86	1.39	2.37	3.30	3.95	15.0
L	17.48	—	0.29	0.46	0.71	0.96	1.34	1.77	2.55	4.85	13.7
L	22.10	0.06	0.39	0.62	0.89	1.23	1.66	2.31	3.38	5.48	11.0
R	2.78	—	2.25	5.57	9.20	13.7	19.2	25.5	32.5	40.8	53.0
R	11.90	—	1.53	3.87	5.80	8.75	14.6	21.9	30.9	41.4	—
R	17.90	—	1.21	2.19	3.60	5.10	6.65	8.58	16.0	31.7	—
R	24.40	—	1.39	2.44	4.07	5.23	6.57	8.20	10.6	28.0	—
T	3.15	0.19	1.51	4.70	7.40	11.4	18.0	29.0	36.9	44.0	52.0
T	10.60	0.60	1.80	2.90	5.10	7.20	8.95	11.2	14.2	18.1	20.0
T	16.91	0.08	0.96	1.62	2.35	3.20	4.35	5.41	6.60	8.20	13.0
T	24.15	0.50	1.05	1.70	2.48	3.50	4.55	5.85	7.33	9.30	13.0
脱 湿 Desorption											
L	4.45	0.29	0.48	0.71	0.98	1.49	2.15	—	—	—	—
L	12.05	—	—	0.31	0.48	0.67	0.88	1.24	1.74	—	—
L	17.45	—	—	0.29	0.42	0.58	0.76	0.96	1.56	—	—
L	22.80	—	—	0.31	0.44	0.58	0.72	0.90	1.34	2.59	—
R	2.80	1.08	4.19	11.18	—	—	—	—	—	—	—
R	11.90	0.29	1.30	2.37	5.11	9.85	16.20	—	—	—	—
R	17.95	0.08	0.62	1.34	2.22	3.93	9.36	15.54	—	—	—
R	24.40	0.03	0.25	0.67	1.29	2.25	3.95	8.40	18.93	—	—
T	3.27	0.76	2.30	6.30	9.95	19.5	—	—	—	—	—
T	11.35	0.11	1.30	2.63	5.15	9.90	19.2	—	—	—	—
T	16.95	0.05	0.27	0.75	1.90	3.30	6.05	—	—	—	—
T	24.10	—	0.16	0.60	0.85	1.45	3.00	4.95	11.0	—	—
ア ス ナ ロ Asunaro											
吸 湿 Sorption (日数, days)											
L	4.32	—	—	—	0.26	0.41	0.55	0.74	1.00	1.74	15.0
L	11.30	—	—	0.02	0.28	0.45	0.64	0.84	1.61	3.50	8.0
L	16.66	—	—	0.16	0.36	0.56	0.81	1.26	2.25	3.93	14.0
L	21.50	—	—	0.29	0.49	0.74	1.04	1.59	2.56	4.00	14.0
R	3.30	—	1.9	4.15	6.68	10.6	16.1	22.8	30.6	39.7	53.0
R	10.80	—	—	1.84	4.00	5.50	7.50	9.70	19.7	34.5	—
R	14.80	—	—	1.28	1.85	2.72	3.68	4.75	6.08	7.90	—
R	21.70	—	—	1.48	2.25	3.15	4.15	5.33	7.12	9.85	—
T	3.63	0.16	1.49	3.31	5.76	8.22	10.1	16.2	27.7	36.9	51.0
T	10.80	0.16	1.32	2.16	3.54	5.20	6.81	10.4	14.6	17.2	20.0
T	17.25	0.08	0.49	1.12	1.58	2.18	2.90	3.76	4.75	6.13	12.0
T	23.40	0.09	0.49	1.08	1.53	2.15	2.78	3.69	4.75	6.45	13.0
脱 湿 Desorption											
L	4.32	—	0.31	0.49	0.69	0.94	1.25	1.60	2.03	—	—
L	11.25	—	—	—	0.31	0.46	0.58	0.74	0.92	1.71	—
L	16.65	—	—	—	0.34	0.46	0.62	0.81	1.00	1.74	—
L	22.60	—	—	—	0.25	0.37	0.52	0.67	0.86	1.30	—
R	3.30	0.71	2.82	7.50	13.0	—	—	—	—	—	—
R	10.80	0.12	0.77	1.89	3.76	7.30	11.99	19.0	—	—	—
R	15.50	0.11	0.59	1.34	2.31	4.00	7.49	12.6	—	—	—
R	21.60	0.06	0.40	1.12	2.07	3.49	5.96	10.0	18.2	—	—
T	3.61	0.64	2.75	5.59	8.63	12.1	17.4	24.2	33.0	—	—
T	10.70	0.06	1.00	2.62	4.75	7.74	16.0	28.1	—	—	—
T	17.25	0.05	0.27	0.64	1.29	2.40	3.80	9.48	—	—	—
T	23.35	—	0.17	0.39	0.69	1.27	2.89	5.91	—	—	—

方向 Direction	平衡または 初期含水率 E.M.C. or I.M.C. (%)	Mt/M_{∞}									
		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
ネ ズ コ Nezuko											
吸 湿 Sorption (日数, days)											
L	4.15	—	—	0.13	0.27	0.46	0.87	1.16	2.69	9.50	16.0
L	10.05	—	—	0.06	0.16	0.30	0.51	0.74	1.08	2.07	12.0
L	12.20	0.11	0.27	0.49	0.78	1.34	2.43	4.00	6.36	13.5	41.0
L	18.50	—	—	—	0.18	0.42	0.76	1.28	2.07	3.10	5.0
R	3.33	—	1.80	3.39	6.55	9.90	16.0	21.0	28.0	39.0	60.0
R	9.65	—	—	2.65	4.40	7.00	10.0	13.2	18.2	24.0	46.0
R	15.68	—	—	1.40	1.80	2.89	3.95	5.23	7.72	10.6	37.0
R	21.90	—	—	2.00	2.88	4.00	5.20	6.35	8.76	12.7	23.0
T	3.02	—	2.00	3.75	7.00	10.5	15.0	20.3	27.5	44.0	64.0
T	9.41	—	1.50	2.90	4.66	6.55	9.00	11.8	15.5	21.7	32.0
T	15.40	—	1.08	2.00	3.16	4.58	6.20	8.40	12.0	28.0	42.0
T	20.40	—	1.13	2.05	3.20	4.34	5.62	7.12	9.00	13.4	25.0
脱 湿 Desorption											
L	4.35	—	0.28	0.48	0.73	1.20	1.39	2.07	2.89	4.75	—
L	9.91	—	—	0.27	0.45	0.85	0.92	1.23	1.57	1.96	7.0
L	11.90	—	—	—	0.30	0.46	0.61	0.77	0.96	2.31	—
L	20.80	—	—	—	—	0.33	0.68	1.02	1.34	1.67	2.0
R	3.33	1.21	3.45	6.96	12.7	19.2	36.4	47.5	—	—	—
R	9.65	0.33	1.08	1.74	4.00	6.32	11.2	20.0	40.0	—	—
R	15.68	0.03	0.12	0.40	0.81	1.51	2.59	4.54	8.73	28.6	—
R	21.90	—	0.04	0.15	0.41	0.81	1.42	2.40	4.75	14.8	—
T	3.02	1.26	3.54	6.75	12.6	18.4	23.9	36.5	—	—	—
T	9.41	0.20	0.90	3.27	5.96	9.60	16.7	28.5	—	—	—
T	15.40	—	0.14	0.52	1.16	2.20	4.0	7.58	17.2	42.5	—
T	20.40	0.01	0.04	0.30	0.76	1.49	2.76	5.30	13.2	36.0	—
コ ウ ヤ マ キ Kōyamaki											
吸 湿 Sorption (日数, days)											
L	4.75	—	—	0.12	0.27	0.52	0.83	1.74	5.30	16.2	19.0
L	10.25	—	—	—	0.10	0.50	0.61	0.80	0.95	1.85	9.0
L	13.10	0.08	0.23	0.44	0.71	1.17	2.25	3.95	6.12	14.0	41.0
L	18.70	—	—	—	0.14	0.37	0.72	1.20	1.84	2.69	5.0
R	3.82	—	1.40	2.80	5.60	8.00	14.0	20.5	30.0	39.5	60.0
R	10.25	—	—	—	2.63	4.07	5.78	7.82	10.2	16.0	37.0
R	15.90	—	—	1.30	1.80	2.46	3.38	4.62	6.49	9.70	23.0
R	19.40	—	—	1.20	1.60	1.92	2.78	3.75	4.80	6.56	13.0
T	3.64	—	2.13	3.38	5.49	7.30	9.85	11.58	14.7	21.0	56.0
T	9.92	—	1.00	1.79	2.77	3.92	5.20	6.75	8.80	13.0	32.0
T	14.97	—	1.12	2.19	3.13	4.40	5.75	7.30	9.00	15.6	42.0
T	19.82	—	0.90	1.56	2.60	3.70	4.75	5.90	7.30	10.9	25.0
脱 湿 Desorption											
L	4.45	0.15	0.28	0.60	0.92	1.25	1.55	1.80	2.90	4.50	—
L	10.10	—	0.14	0.22	0.50	0.80	1.1	1.40	1.70	2.05	7.0
L	12.80	—	—	—	0.35	0.46	0.61	0.77	0.96	2.35	—
L	18.40	—	—	0.11	0.19	0.43	0.76	1.07	1.38	1.69	2.0
R	3.82	0.58	1.96	5.49	9.90	14.7	24.4	40.5	—	—	—
R	10.25	0.12	0.52	1.26	2.38	3.85	6.36	10.9	21.0	47.9	—
R	15.90	0.02	0.10	0.32	0.66	1.14	1.82	3.24	5.77	12.2	—
R	19.40	0.03	0.16	0.42	0.81	1.69	2.28	2.79	4.66	9.6	—
T	3.64	0.55	1.54	2.90	4.80	6.92	10.5	16.8	25.0	31.2	—
T	9.92	0.11	0.74	1.69	2.75	4.59	7.12	12.3	20.8	—	—
T	14.97	0.06	0.39	1.04	1.55	2.31	4.00	6.75	13.1	30.0	—
T	19.82	—	0.10	0.39	0.83	1.42	2.19	3.45	5.52	13.7	—

方向 Direction	平衡または 初期含水率 E.M.C. or I.M.C. (%)	Mt/M _∞									
		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
ク サ マ キ Kusamaki											
吸 湿 Sorption (日数, days)											
L	4.02	—	0.25	0.40	0.53	0.72	0.90	1.19	1.74	2.75	23.0
L	10.47	—	0.25	0.43	0.53	0.69	0.82	0.96	1.34	2.60	13.0
L	15.28	—	0.05	0.26	0.64	1.20	1.58	1.96	3.50	7.00	23.0
L	21.46	—	0.30	0.55	0.85	1.30	1.96	3.34	5.72	10.5	22.0
R	4.49	—	0.95	2.00	3.24	5.20	7.50	10.6	15.5	23.0	64.0
R	11.64	—	—	1.12	1.73	2.46	3.35	4.45	5.9	8.70	42.0
R	16.17	—	—	1.34	2.10	3.02	4.08	5.35	6.8	10.6	25.0
R	25.3	—	1.04	1.74	2.67	3.69	5.20	7.20	12.0	20.2	50.0
T	4.52	0.40	0.65	1.15	1.86	2.80	4.70	7.40	10.2	12.3	16.0
T	11.62	—	0.65	0.95	1.60	2.64	4.00	5.64	8.00	13.7	22.0
T	16.22	0.28	0.67	1.02	1.85	2.80	4.40	6.10	8.35	13.2	20.0
T	22.03	—	0.85	1.84	2.90	4.59	6.18	8.53	11.9	21.0	26.0
脱 湿 Desorption											
L	4.02	—	0.16	0.26	0.60	0.95	1.40	1.88	2.63	4.40	—
L	10.47	—	0.12	0.32	0.60	0.85	1.19	1.50	1.84	—	—
L	15.28	—	—	0.28	0.45	0.62	0.80	0.92	1.49	2.32	—
L	21.46	—	0.17	0.37	0.55	0.75	0.92	1.20	1.65	2.40	—
R	4.49	1.3	2.80	4.80	7.30	10.2	16.8	23.9	35.9	4.40	—
R	11.64	—	0.70	1.22	2.10	3.66	6.00	10.0	19.9	—	—
R	16.17	—	0.30	0.90	1.60	2.66	4.88	8.22	9.90	—	—
R	25.30	—	0.46	0.95	1.70	2.60	4.35	6.56	12.0	—	—
T	4.52	0.30	0.68	1.00	1.86	3.30	5.30	8.85	17.6	—	—
T	11.62	—	0.47	0.90	1.63	2.60	4.30	6.86	12.0	27.1	44.3
T	16.22	—	0.27	0.66	1.03	1.75	2.60	4.23	7.20	15.0	32.0
T	22.03	—	0.47	0.77	1.06	1.65	2.46	3.87	6.55	13.0	24.0
モ ミ Momi											
吸 湿 Sorption (日数, days)											
L	3.32	—	—	0.90	0.28	0.80	0.94	1.44	2.07	3.54	23.0
L	9.40	—	0.10	0.23	0.40	0.62	0.80	0.95	1.50	2.85	13.0
L	14.62	—	0.04	0.25	0.62	1.16	1.72	2.55	4.00	8.00	23.0
L	20.56	—	0.28	0.53	0.79	1.15	1.90	2.88	4.90	8.20	22.0
R	4.38	—	1.10	2.30	3.60	6.25	9.23	13.0	18.0	27.0	64.0
R	11.90	—	1.10	1.54	2.07	2.69	3.72	4.80	6.15	8.80	42.0
R	16.50	—	—	1.48	2.34	3.35	4.40	5.62	6.90	9.30	25.0
R	25.63	—	1.00	1.64	2.43	3.25	4.34	6.25	8.65	17.6	56.0
T	4.90	0.32	0.65	1.15	2.10	3.60	5.80	8.54	10.3	12.5	16.0
T	12.06	—	0.52	0.78	1.00	1.62	2.40	3.36	5.25	6.85	13.0
T	17.38	0.25	0.54	0.85	1.20	1.80	2.45	3.43	4.63	6.70	11.0
T	23.60	—	0.63	0.92	1.30	1.82	2.78	4.55	7.00	18.0	23.0
脱 湿 Desorption											
L	3.32	—	0.29	0.41	0.55	0.70	0.86	1.00	1.81	3.60	—
L	9.40	—	0.10	0.17	0.47	0.82	1.20	1.50	1.83	2.60	—
L	14.62	—	—	0.15	0.26	0.45	0.63	0.82	1.09	2.18	—
L	20.56	—	0.18	0.30	0.47	0.63	0.80	0.95	1.15	2.40	—
R	4.38	1.30	3.00	5.00	7.95	11.6	16.2	23.4	34.8	—	—
R	11.90	—	0.72	1.21	2.30	3.81	6.63	10.1	19.1	27.4	—
R	16.50	—	0.65	0.97	1.72	2.90	5.35	9.62	18.4	26.1	—
R	25.63	—	0.20	0.41	0.77	1.20	1.81	3.10	6.30	16.3	—
T	4.90	0.28	0.59	0.90	1.57	2.80	4.90	7.80	16.0	26.7	—
T	12.06	—	0.20	0.48	0.79	1.05	1.88	3.60	6.60	16.0	30.4
T	17.38	—	0.15	0.26	0.58	0.91	1.47	2.52	5.00	14.0	30.5
T	23.60	—	0.14	0.33	0.54	0.75	0.95	1.47	2.60	7.00	15.0

方向 Direction	平衡または 初期含水率 E.M.C. or I.M.C. (%)	Mt/M_{∞}									
		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
ク ロ マ ツ Kuromatsu											
吸 湿 Sorption (日数, days)											
L	4.17	—	0.06	0.20	0.42	0.90	1.08	1.54	2.16	4.75	23.0
L	10.98	—	0.20	0.37	0.53	0.69	0.84	1.02	1.56	2.62	8.0
L	16.12	—	0.13	0.38	0.76	1.20	1.69	2.56	4.20	7.45	23.0
L	23.98	0.16	0.40	0.68	0.95	1.38	1.86	2.61	5.62	9.08	22.0
R	4.71	—	—	—	1.44	2.25	3.06	4.15	6.64	10.6	64.0
R	11.95	—	—	0.80	1.12	1.64	2.25	3.00	4.28	6.70	32.0
R	17.77	—	—	1.00	1.64	2.36	3.16	4.09	5.33	8.65	28.0
R	27.95	—	—	1.39	2.28	3.39	5.05	7.30	12.4	24.4	50.5
T	4.53	1.42	3.75	8.70	11.3	17.4	25.8	33.5	42.6	59.0	70.0
T	11.78	0.64	1.30	2.60	4.75	6.20	8.20	5.65	13.8	18.5	25.0
T	16.45	0.58	1.20	2.22	3.76	4.90	6.43	8.14	10.5	14.7	18.5
T	24.70	1.00	1.58	2.75	3.90	5.32	6.75	8.76	12.4	21.0	28.0
脱 湿 Desorption											
L	4.17	—	0.17	0.47	0.85	1.29	1.72	2.30	3.10	4.40	—
L	10.98	—	0.24	0.51	0.80	1.10	1.43	1.79	2.36	3.77	—
L	16.12	—	—	0.27	0.41	0.65	0.79	1.04	1.54	2.36	—
L	23.98	—	0.37	0.50	0.62	0.75	0.90	1.00	2.42	5.97	—
R	4.71	0.75	1.75	2.80	4.30	6.00	8.45	10.3	17.6	27.3	—
R	11.95	0.20	0.50	0.82	1.35	2.20	3.32	5.65	8.75	17.4	—
R	17.77	—	0.45	0.70	0.96	1.67	2.56	4.50	7.45	16.5	—
R	27.95	—	0.40	0.75	1.10	1.75	2.60	4.50	6.90	15.3	—
T	4.53	0.97	3.64	8.00	14.6	24.7	—	—	—	—	—
T	11.78	—	0.91	1.85	3.73	6.76	12.5	23.5	46.0	—	—
T	16.45	—	0.65	1.04	1.96	3.42	6.20	11.45	25.0	—	—
T	24.70	—	0.33	0.66	0.96	1.60	2.65	3.90	10.0	27.0	—
ア カ マ ツ Akamatsu											
吸 湿 Sorption (日数, days)											
L	3.43	—	0.15	0.39	0.74	1.14	1.52	2.00	2.83	5.95	23.0
L	9.50	0.15	0.30	0.45	0.61	0.78	0.94	1.16	1.66	2.50	8.0
L	13.98	0.04	0.21	0.53	1.00	1.42	1.90	2.65	4.00	7.00	23.0
L	20.68	0.18	0.36	0.65	0.90	1.39	1.95	2.80	5.00	9.26	22.0
R	4.01	—	2.10	3.60	7.30	11.3	16.0	21.5	28.9	42.2	70.0
R	11.34	—	—	2.05	3.10	4.40	6.05	7.95	10.6	15.2	42.0
R	16.37	—	1.06	1.98	3.27	4.30	5.49	6.90	9.1	13.4	25.0
R	26.35	—	1.34	2.31	3.46	4.85	6.25	7.95	11.6	20.4	40.0
T	4.06	1.18	2.72	7.00	9.82	15.0	26.5	37.0	51.7	65.0	77.0
T	9.46	0.75	1.70	3.32	5.45	8.00	11.2	14.7	18.7	26.0	32.0
T	17.80	0.30	0.70	1.23	2.55	4.20	5.86	8.00	10.5	15.0	19.0
T	23.79	0.80	1.60	2.75	3.90	5.70	7.50	9.60	15.0	29.7	42.3
脱 湿 Desorption											
L	3.43	0.15	0.53	0.90	1.30	1.69	2.13	2.90	3.97	5.20	—
L	9.50	—	—	0.32	0.76	0.93	0.79	1.66	3.11	3.80	—
L	13.98	—	—	0.15	0.33	0.57	0.75	0.92	1.49	2.40	—
L	20.68	—	—	0.32	0.47	0.63	0.80	0.96	1.50	2.40	—
R	4.01	1.90	4.00	6.70	10.7	16.7	25.3	38.6	—	—	—
R	11.34	—	1.59	2.73	4.50	7.30	11.6	20.6	—	—	—
R	16.37	0.38	0.70	1.10	2.00	3.63	6.36	11.5	23.6	—	—
R	26.35	—	0.55	0.92	1.55	2.30	3.75	6.1	11.5	28.0	—
T	4.06	0.70	2.20	5.55	11.0	20.6	—	—	—	—	—
T	9.46	0.26	0.80	1.69	3.45	6.23	10.8	21.0	43.0	—	—
T	17.80	—	0.56	1.47	3.00	6.33	14.4	41.7	—	—	—
T	23.79	—	0.33	0.57	0.82	1.20	1.86	3.10	6.30	21.0	—