

学校教室内の昼光照度測定に関する研究 (第3報)

——小、中学校教室について——

中 村 虎 重・是 枝 賢 一・宮 路 広

Studies on the Measurement of the Daylight
Illumination Intensities at the School Rooms.
(3 rd, Report)

—— in the Primary & Secondary School Rooms ——

Torashige NAKAMURA. Kenichi KOREEDA. Hiroshi MIYAJI.

I 緒 言

筆者らは第1, 2報^{1) 2)}において、片側廊下一方光線型式の教室を、その採光窓面の向きにより S_{EW} (東西校舎南面窓), N_{EW} (東西校舎北面窓), E_{SN} (南北校舎東面窓), W_{SN} (南北校舎西面窓) の四つの型式に区分し、その中の S_{EW} に属する教室を建築様式、新旧別など、採光環境の良否により、さらにA類, B類, C類, D類の四階級に分類して、それぞれの教室の自然採光下における照度分布の実状を天候、時刻、季節など、変動する種々の条件の下に測定を行い、その分析結果を比較検討して報告した。

本研究においては、これら各種教室についての一連の研究として、南北校舎の場合を取り上げ、東面窓 (西側廊下) : E_{SN} : および西面窓 (東側廊下) : W_{SN} : の教室について、研究を進めることにし、主として夏季 (6月~8月) 高照度下の測定を行った。

南北校舎の場合は、直射日光の入射が窓面の向きにより午前、午後対称的に変動するので、それに伴って教室内部照度の分布も、時間的に規則的な対称性を現わす。

従来、自然採光による教室内部照度の良否を評価するには、照度分布—最高照度、最低照度、平均照度、昼光率—および採光方法、光線の方向、陰影度、まぶしさ、均斉度など、量並びに質的な面の諸問題が、判定資料として取り上げられてきた。

そして最高照度、最低照度、平均照度、昼光率など、量的な面の調査研究はかなり多い。しかしまぶしさ、均斉度などについては、表示の基準も定めにくく、評価方法もまちまちで、その重要性のわりには、あまり期待されるような成果を見出していない。

もともと均斉度は、最高照度、最低照度、平均照度^{3) 4)}によって定義されるものであり、均斉度が良好であって、かつ平均照度が高いということは、一般的に教室照度の質並びに量的な面での優れていることを意味することになり、昼光下における教室の照度分布の結果を分析検討する場合、もっとも重要な評価の要素になる。

したがって、本研究における測定結果の分析にあたって、筆者らも平均照度および均斉度の問題を主として取り上げ、検討を加えることにした。

また、まぶしさの問題も、均斉度と密接な関連をもつのであるから、ある程度の分析評価の指針を得る意味で、2, 3の均斉度表示法を採用して、検討することにした。

結果は、測定上の諸種の条件に制約されてやや資料不足の感を免れないが、測定データをまとめておく意味で、報告することにする。

Ⅱ 測 定 の 対 象

測定の対象として選んだ教室は、第1報の分類によれば、A類（標準型鉄筋コンクリート造普通教室）およびB類（標準型木造モルタル造普通教室）に属する比較的新しい校舎で、窓面の開口面積も広く、採光環境その他の条件は、良好の部類に属する学校である。

2.1 南北校舎東面窓 (ESN)

(1) : 山下小学校Ⅰ : A類 : 3階



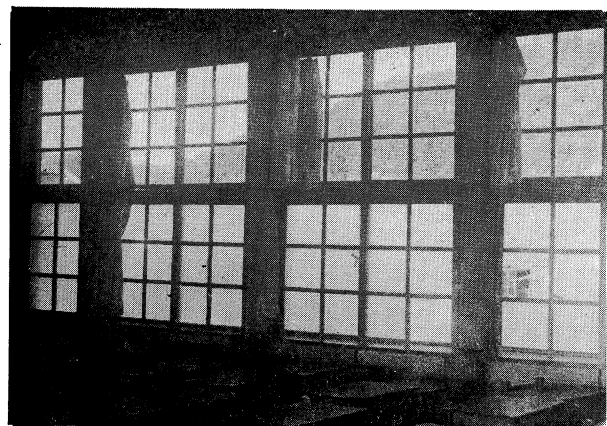
ESN (A類) 山下Ⅰ : 窓側



ESN (A類) 山下Ⅰ : 廊下側

標準型鉄筋コンクリート造普通教室で、窓機構および廊下側の建築様式は、第1報の原良小学校Ⅰの場合と全く同じであり、教室外の採光環境は大体良好である。

(2) : 城西中学校Ⅲ : B類 : 2階



ESN (B類) 城西Ⅲ : 窓側



ESN (B類) 城西Ⅲ : 廊下側

標準型木造モルタル造普通教室で、廊下側は硝子窓方式、室内は無光沢塗装、教室外の採光環境は大体良好であるが、廊下側西面25m位に他の校舎が並行するので、1階はいくらかその影響をうける。

2.2 南北校舎西面窓 (W_{SN})

(1) : 伊敷中学校Ⅱ : B類 : 2階



W_{SN} (B類) 伊敷Ⅱ : 窓側



W_{SN} (B類) 伊敷Ⅱ : 廊下側

標準型木造モルタル造普通教室、廊下側は硝子窓方式、室内は無光沢塗装、教室外の採光環境は概略良好であるが、1階は西側窓外の庭園樹木にいくらか遮光され、その影響をうけている。

(2) : 城西中学校Ⅳ : B類 : 2階



W_{SN} (B類) 城西Ⅳ : 窓側



W_{SN} (B類) 城西Ⅳ : 廊下側

標準型木造モルタル造普通教室、廊下側は硝子窓方式、室内は無光沢塗装、西側窓外に樹木が接近してa、b行の採光環境はあまり良くない。

なお四校とも、窓硝子その他の条件は、概略第1報の場合と類似する。

第1表に各測定教室の間取り、寸法などの細目一覧表を示す。

第1表 測定教室一覧

窓面向	分類	測定校	階	室長 (m)	室巾 (m)	天井 高さ (m)	窓面積			室内塗装			建築年度
							窓側 (%)	廊下側 (%)	廊下外 (%)	壁	天井	井	
E _{SN}	A	山下Ⅰ	1.2.3	8.80	6.90	3.75	37.8	11.9	29.1	うすみどり色	うすクリーム色		昭和32年
	B	城西Ⅲ	1.2	8.90	6.65	3.00	34.8	16.5	17.8	うすみどり色	クリーム色		昭和33年
W _{SN}	B	伊敷Ⅱ	1.2	9.83	6.28	3.00	37.0	15.3	17.5	うすみどり色	クリーム色		昭和29年
	B	城西Ⅳ	1.2	10.75	7.00	3.00	37.1	18.7	19.6	クリーム色	クリーム色		昭和30年

Ⅲ 測定条件および測定方法

3.1 天候条件

前報で述べたように薄晴 (●), 曇天 (●) など, 雲量が著しく変化する天候状態では照度分布も, 時々刻々変動して, 均一な結果を得られない。

したがって本研究においては, 比較的均一な照明条件を与える快晴 (○) と雨曇 (●) の測定を行い天候別に, 窓面向きによる教室照度の特長を比較論議することにした。

3.2 測定時刻

測定時刻についても, 前報と同じように9時, 12時, 16時を主としたのであるが, 南北校舎の教室では, 窓面向きによる直射光入射の影響で, 午前, 午後の照度分布の時間的対称性が特に著しいので, 両者の比較検討を容易にするために, 8時より17時までの各時刻ごとの測定も行った。

3.3 測定方法

測定器および測定の方法についても, 概略前報と同様である。

なお四つの対象校を同じような天候条件で測定を行うために, 二組の測定班にわかれて, 近接の二校づつを同時に測定することにした。

Ⅳ 測定結果

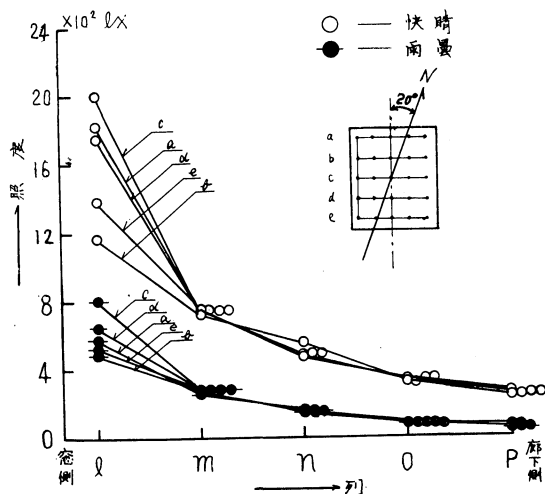
測定結果は快晴 (○) と雨曇 (●) のデータに限り, さらに天候条件をそろえるために, 黒板面の照度や屋外照度を参考にして, データの取捨選択を行ったので, 一校あたりの測定値は快晴, 雨曇を通じて数回づつに過ぎない。

したがって, やや精度を期待できない部分もあったが, 照度分布の定性的な分析を試みる程度には差支えない。

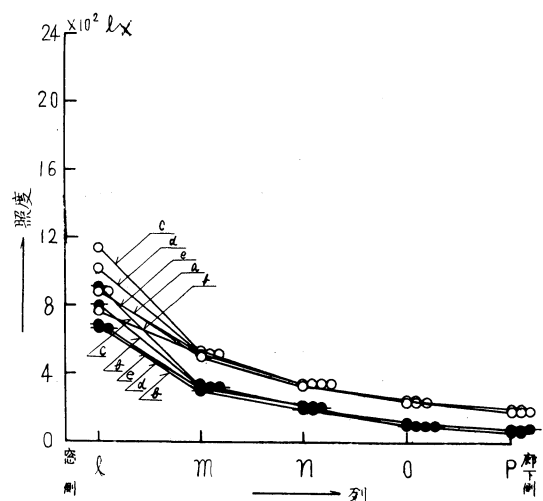
(1) 南北校舎東面窓教室 (ESN)

(1.1) : 山下小学校 I-A 類一

第1図 (イ) 照度曲線 9時



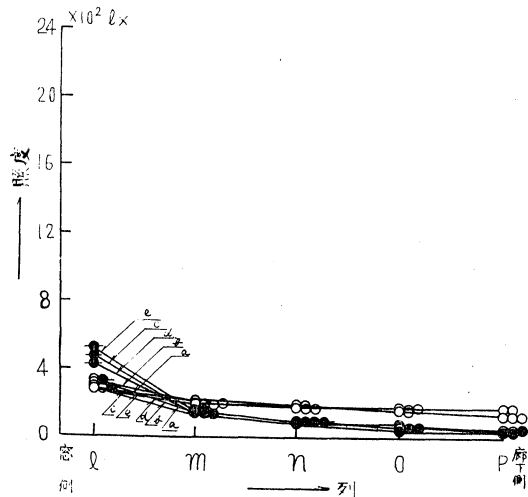
第1図 (ロ) 照度曲線 12時



第2表 (イ)

窓面向	分類	階	天候	E _{max} (Lx)	E _{min} (Lx)	E _a (Lx)	U (%)	黑板面 (Lx)
ESN	A	1.2.3	○	2,000	240	691	65.3	411
		1.2.3	●	800	55	235	76.5	75

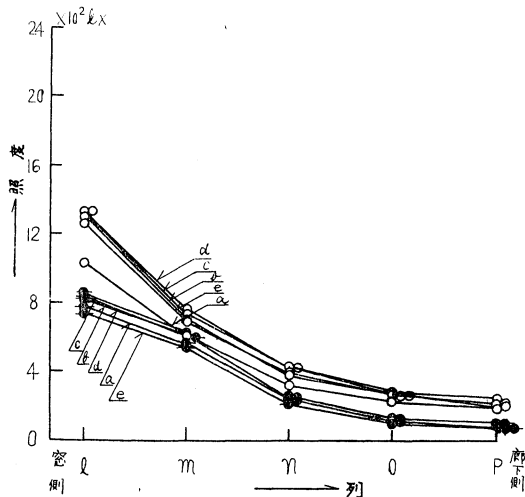
第1図 (イ) 照度曲線 16時



第2表 (イ)

窓面向	分類	階	天候	E _{max} (Lx)	E _{min} (Lx)	E _a (Lx)	U (%)	黑板面 (Lx)
ESN	A	1.2.3	○	343	132	202	34.6	210
		1.2.3	●	520	40	150	73.3	85

第2図 (イ) 照度曲線 12時



第3表 (イ)

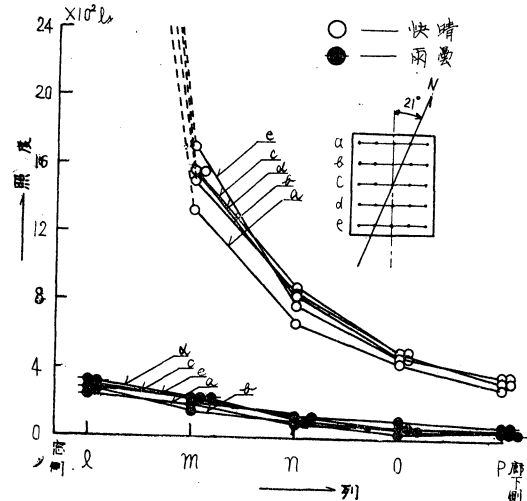
窓面向	分類	階	天候	E _{max} (Lx)	E _{min} (Lx)	E _a (Lx)	U (%)	黑板面 (Lx)
ESN	B	1.2	○	1,331	187	564	66.8	692
		1.2	●	850	85	366	76.8	157

第2表 (ロ)

窓面向	分類	階	天候	E _{max} (Lx)	E _{min} (Lx)	E _a (Lx)	U (%)	黑板面 (Lx)
ESN	A	1.2.3	○	1,143	176	449	60.8	285
		1.2.3	●	913	73	296	75.3	140

(1.2) : 城西中学校 III—B類—

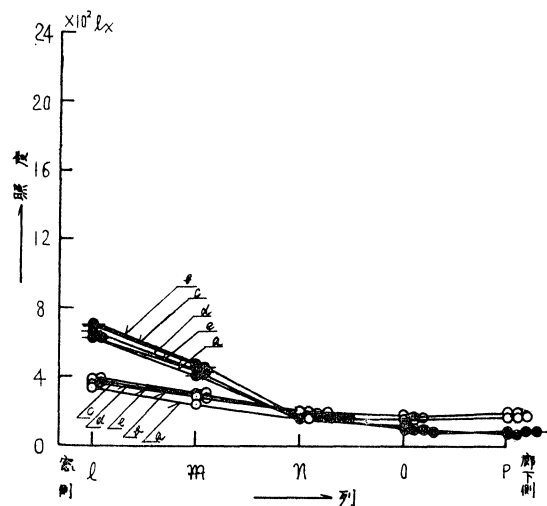
第2図 (イ) 照度曲線 9時



第3表 (イ)

窓面向	分類	階	天候	E _{max} (Lx)	E _{min} (Lx)	E _a (Lx)	U (%)	黑板面 (Lx)
ESN	B	1.2	○	6,316	296	1,755	83.1	653
		1.2	●	315	40	124	67.7	60

第2図 (ロ) 照度曲線 16時



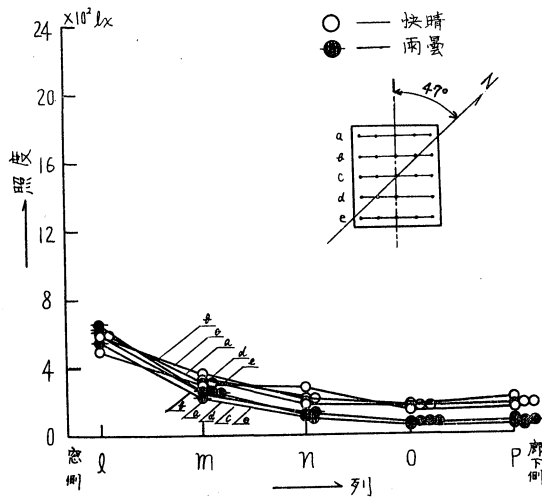
第3表 (ロ)

窓面向	分類	階	天候	E _{max} (Lx)	E _{min} (Lx)	E _a (Lx)	U (%)	黑板面 (Lx)
ESN	B	1.2	○	385	155	234	33.7	215
		1.2	●	700	70	287	75.6	125

(2) 南北校舎西面窓教室 (W_{SN})

(2.1) : 伊敷中学校Ⅱ—B類—

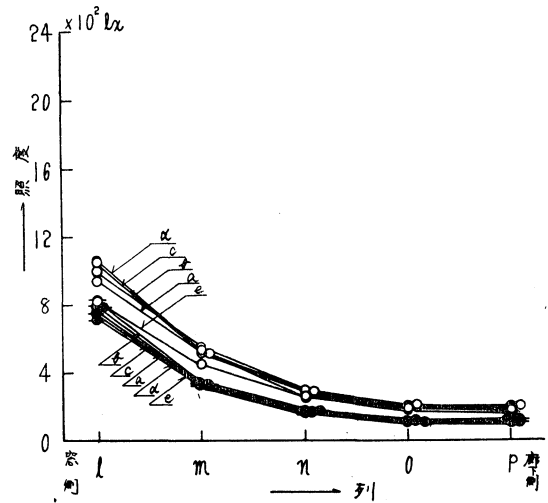
第3図 (イ) 照度曲線 9時



第4表 (イ)

窓面向	分類	階	天候	E _{max} (Lx)	E _{min} (Lx)	E _a (Lx)	U (%)	黒板面 (Lx)
W _{SN}	B	1.2	○	602	142	291	51.2	200
		1.2	●	630	60	221	75.1	105

第3図 (ロ) 照度曲線 12時

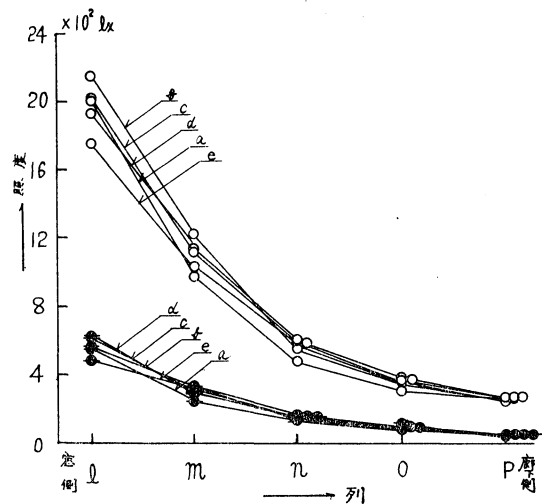


第4表 (ロ)

窓面向	分類	階	天候	E _{max} (Lx)	E _{min} (Lx)	E _a (Lx)	U (%)	黒板面 (Lx)
W _{SN}	B	1.2	○	1,048	148	426	65.2	320
		1.2	●	825	100	300	66.6	155

(2.2) : 城西中学校Ⅳ—B類—

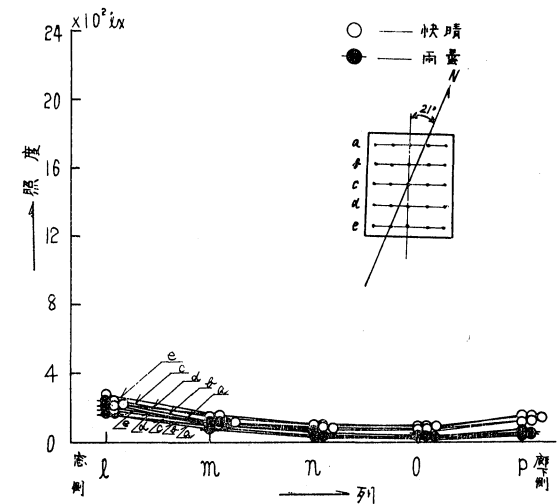
第3図 (ハ) 照度曲線 16時



第4表 (ハ)

窓面向	分類	階	天候	E _{max} (Lx)	E _{min} (Lx)	E _a (Lx)	U (%)	黒板面 (Lx)
W _{SN}	B	1.2	○	2,150	262	851	70.9	540
		1.2	●	620	57	236	75.8	87

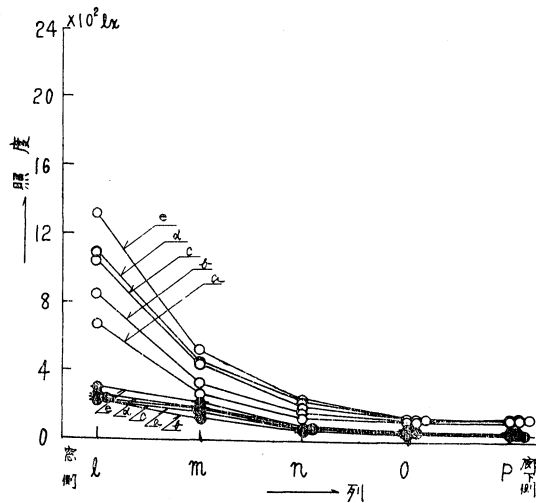
第4図 (イ) 照度曲線 9時



第5表 (イ)

窓面向	分類	階	天候	E _{max} (Lx)	E _{min} (Lx)	E _a (Lx)	U (%)	黒板面 (Lx)
W _{SN}	B	1.2	○	270	70	133	47.3	140
		1.2	●	240	20	83	75.9	40

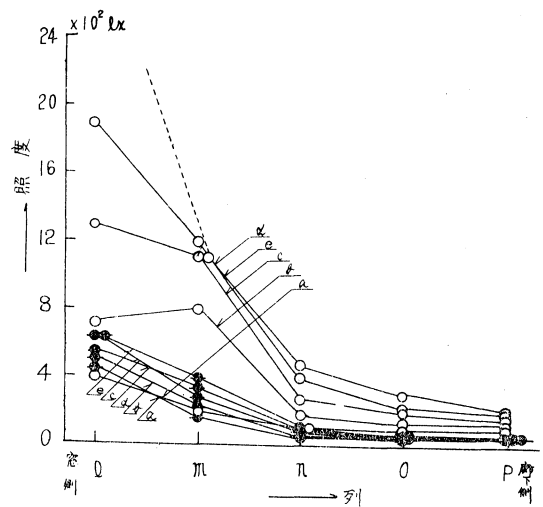
第4図 (ロ) 照度曲線 12時



第5表 (ロ)

窓面向	分類	階	天候	E_{max} (Lx)	E_{min} (Lx)	E_a (Lx)	U (%)	黑板面 (Lx)
W _{SN}	B	1.2	○	1,322	110	367	70.0	217
		1.2	●	300	40	113	64.6	80

第4図 (ハ) 照度曲線 16時



第5表 (ハ)

窓面向	分類	階	天候	E_{max} (Lx)	E_{min} (Lx)	E_a (Lx)	U (%)	黑板面 (Lx)
W _{SN}	B	1.2	○	3,000	100	597	83.2	270
		1.2	●	640	40	206	80.5	80

第6表 (イ) 快 晴 ○

窓面向	分類	測定校	階	時刻	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	平均
E _{SN}	A	山下 I	1・2・3	E_{max} (Lx)	2,133	2,000	1,367	933	1,143	920	573	360	343	307	1,008
				E_{min} (Lx)	257	240	177	140	176	140	127	117	132	87	159
				E_a (Lx)	750	691	491	345	449	342	252	195	202	154	387
				U (%)	65.7	65.3	64.0	59.4	60.8	59.1	49.6	40.0	34.6	43.5	54.2
	B	城西 III	1・2	E_{max} (Lx)	5,350	6,316	5,450	1,645	1,331	1,325	670	570	385	335	2,338
				E_{min} (Lx)	370	296	225	195	187	200	155	170	155	130	208
				E_a (Lx)	1,820	1,755	1,238	639	564	573	347	304	234	207	768
				U (%)	79.6	83.1	82.3	69.4	66.8	65.1	55.3	44.0	33.7	37.1	61.6
W _{SN}	B	伊敷 II	1・2	E_{max} (Lx)	325	602	940	680	1,048	1,285	2,600	3,200	2,150	1,400	1,477
				E_{min} (Lx)	95	142	170	145	148	180	195	265	247	185	177
				E_a (Lx)	176	291	420	319	426	540	862	1,113	851	601	560
				U (%)	46.0	51.2	59.5	54.5	65.2	66.6	77.3	76.1	70.9	69.2	63.7
	B	城西 IV	1・2	E_{max} (Lx)	200	270	400	430	1,322	1,480	2,000	4,000	3,000	1,500	1,460
				E_{min} (Lx)	60	70	90	100	110	100	140	140	100	100	101
				E_a (Lx)	127	133	177	217	367	462	659	896	597	386	402
				U (%)	52.7	47.3	49.1	53.9	70.0	78.3	78.8	84.4	83.2	74.1	67.2

第1, 2図は E_{SN} 教室, 第3, 4図は W_{SN} 教室の測定結果である。それぞれ9時, 12時, 16時の測定値を, 各階, 全測定回数について算術平均したもので, a, b, c……の各行の机面上の照度が, 室奥(窓側 l, m, n, o, p 廊下側)に向って低下する実状を示す。

図には快晴および雨曇の結果を比較するために併記した。

各図に添附した表(第2～5表)は, それぞれの測定値について, 最高照度 (E_{max}), 最低照度 (E_{min}), 平均照度 (E_a), 均斉度 (U) を示したものである。

第6表は第2～5表と同じ方法で, 一日中の全測定時刻についての結果をまとめたもので, (i)表は快晴, (ii)表は雨曇の値である。

第5～8図は, 一日中の各測定時刻における照度分布の結果を, 各階, 各列ごとに算術平均して描いた曲線で, E_{SN} 教室と W_{SN} 教室の時間的な照度分布の消長が, 対称的に現われている。(i)図は快晴の場合で, (ii)図は雨曇の結果である。

第6表 (ロ) 雨 曇 ●

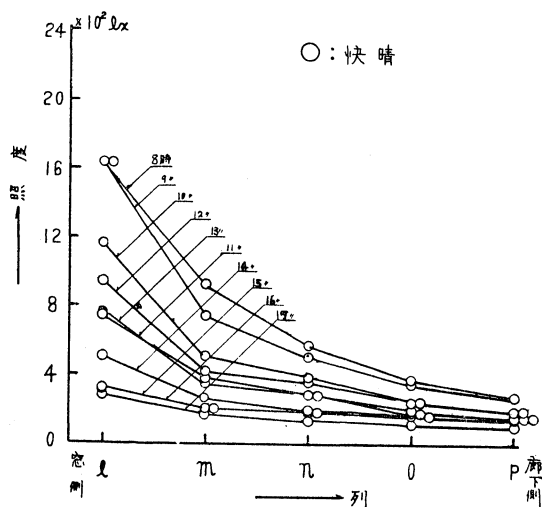
窓面向	分類	測定校	階	時間	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	平均
E_{SN}	A	山下 I	1・2・3	E_{max} (Lx)	／	800	775	1,110	913	1,090	775	660	520	600	805
				E_{min} (Lx)	／	55	50	85	73	110	30	46	40	40	59
				E_a (Lx)	／	235	224	366	296	362	212	182	150	192	247
				U (%)	／	76.5	77.7	76.8	75.3	69.6	85.8	74.7	73.3	79.2	76.5
	B	城西 III	1・2	E_{max} (Lx)	350	315	735	1,580	850	／	／	725	700	300	694
				E_{min} (Lx)	35	40	65	120	85	／	／	80	70	40	67
				E_a (Lx)	137	124	319	676	366	／	／	294	287	130	291
				U (%)	78.1	67.7	79.6	82.2	76.8	／	／	76.2	75.6	69.2	75.7
W_{SN}	B	伊敷 II	1・2	E_{max} (Lx)	／	645	740	900	825	／	／	1,140	620	410	754
				E_{min} (Lx)	／	55	75	90	100	／	／	75	57	45	71
				E_a (Lx)	／	221	281	344	300	／	／	383	236	153	273
				U (%)	／	75.1	73.3	73.8	66.6	／	／	80.4	75.8	70.6	73.6
	B	城西 IV	1・2	E_{max} (Lx)	130	240	580	520	300	／	／	1,000	640	380	474
				E_{min} (Lx)	20	20	60	70	40	／	／	40	40	20	39
				E_a (Lx)	49	83	203	203	113	／	／	239	206	109	163
				U (%)	59.1	75.9	70.4	65.5	64.6	／	／	83.2	80.5	81.6	72.6

(3) 1日中の時刻別照度曲線

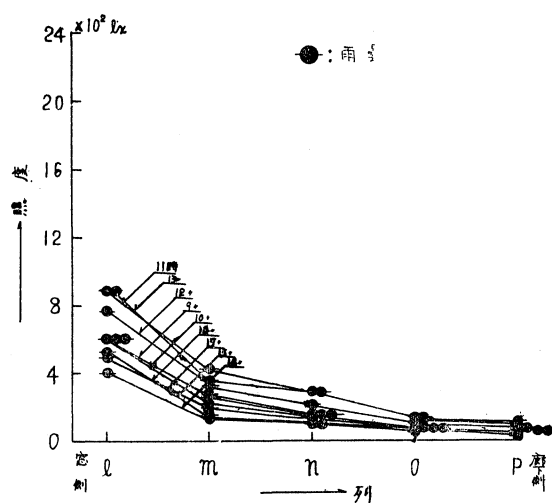
(3.1) : E_{SN} 教室

(i) 山下小学校 I—A 類—

第5図 (i)

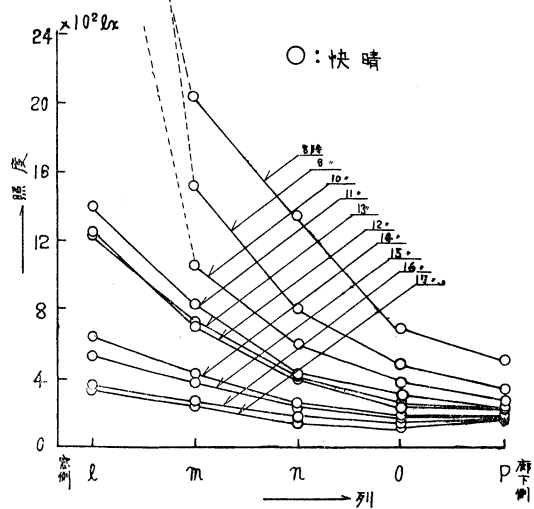


第5図 (ロ)

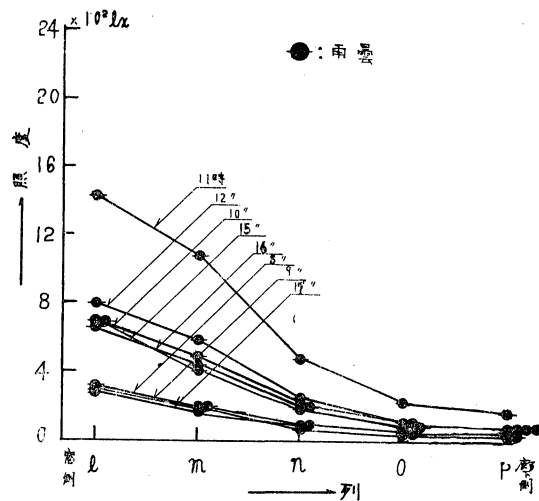


(ii) 城西中学校Ⅲ—B類—

第6図 (i)



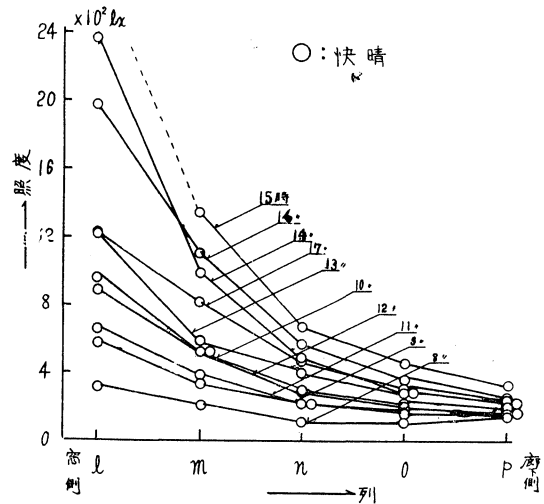
第6図 (ロ)



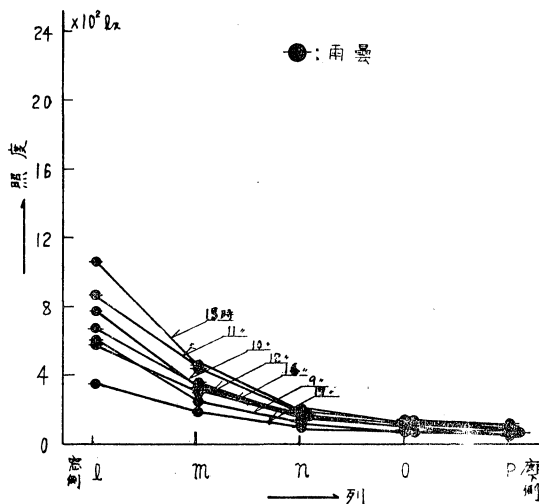
(3.2) : WSN教室

(i) 伊敷中学校Ⅱ—B類—

第7図 (i)

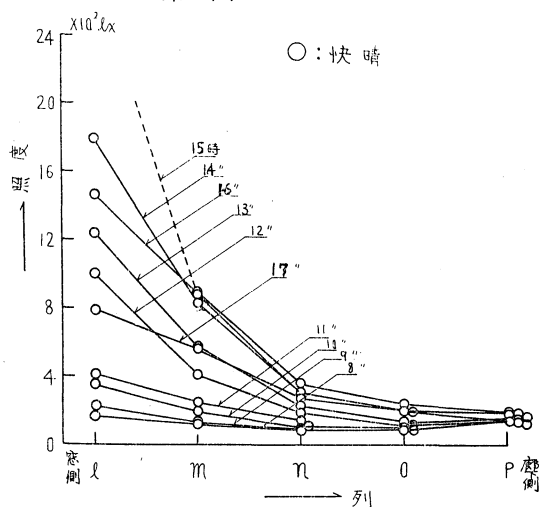


第7図 (ロ)

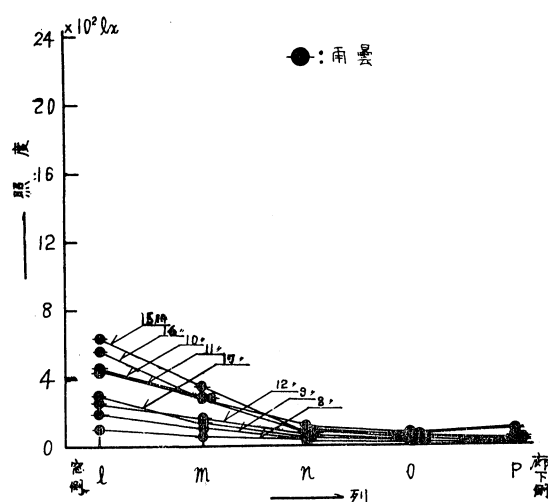


(ii) 城西中学校IV—B類—

第8図 (i)



第8図 (ii)



V 考 察

本研究においては、測定の対象校が比較的採光条件に恵まれたA類、B類に属する学校を選定したので、照度分布は、この種の条件の教室では大体良好な結果を示しているものと思われる。

第1～8図、第2～6表の結果を総括すると、 E_{SN} 教室と W_{SN} 教室について、 E_{max} , E_{min} , E_a , U の時間的な変化はきわめて規則的で、正午（日南中時）を中心にして、著しい対称性を示している。

以下、快晴、雨曇の天候条件ごとに、 E_{SN} 教室と W_{SN} 教室の E_a , U など、照度分布の実状について考察し、その特長を比較しつつ検討することにする。

5.1 最高照度： E_{max}

第1～4図より E_{SN} , W_{SN} 教室とも、天候の如何にかかわらず各測定時の最高照度は、前報の場合と同じように1列にある。

第6表の結果より、各測定時における最高照度を比較すると

快晴の場合： E_{SN} 教室においては、概略8～10時の照度が高く（山下Ⅰ 2,000～3,000 lx，城西Ⅲ 5,000～6,000 lx），以後は時間とともに通減して、17時には300 lx 程度にまで低下する。

W_{SN} 教室の場合、 E_{SN} 教室とは逆に14～16時の照度が高く、15時に最高値（3,000～4,000 lx）を示す。

雨曇の場合：照度分布が雲量に影響されて微妙に変化するので、均一測定が困難であり、 E_{SN} , W_{SN} 教室の比較もむずかしく、その傾向をつかみにくい。一様な雨曇の天候では大体11時～13時の照度が高い傾向が見られる。

5.2 最低照度： E_{min}

第1～4図より、快晴、雨曇にかかわらず一般的には、各測定時の最低照度は室奥列 pにあるが、 E_{SN} 教室の午後および W_{SN} 教室の午前中は、各々廊下側からの直射光を間接的に受けるので、室奥

のp列よりo列またはn列に最低照度が移動する傾向が認められる。

ただし山下小学校Ⅰの場合は、第1報のA類（原良小学校Ⅰ）の結果と同じように、廊下側が下半分壁仕切り構造で、遮光状態になるので、やや上述のような傾向を認めにくい。

第6表より、各測定時の最低照度を比較すると、快晴、雨曇とも最高照度の場合と全く同一の現象を現わす。すなわち

快晴の場合：ESN 教室では8時の照度をもっとも高く（山下Ⅰ 257lx，城西Ⅲ 370lx），17時で最低値（87lx，130lx）を示す。WSN 教室では逆に15時に最高値（伊敷Ⅱ 265lx，城西Ⅳ 140lx）を示し，8時では最低値（95lx，60lx）になる。

雨曇の場合：最高照度の傾向と類似する。

5.3 平均照度：Ea

平均照度については、上述の最高照度、最低照度の傾向からも容易に推察できる。

第9図は、第6表の平均照度を、各測定時刻に対して描いた曲線で、ESN 教室（山下Ⅰ，城西Ⅲ）およびWSN 教室（伊敷Ⅱ，城西Ⅳ）の両曲線は12時を中心にして、ほぼ対称になっている。

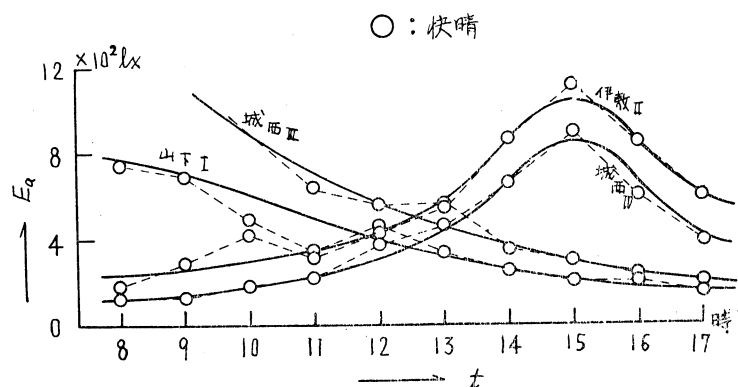
快晴の場合：WSN 教室では、Ea は15時で明らかに最大値（伊敷Ⅱ 1,113lx，城西Ⅳ 896lx）を示し，両側に緩やかな曲線を描いて減少し，8時には最低（伊敷Ⅱ 176lx，城西Ⅳ 127lx）になる。

ESN 教室では，8時のEaは（山下Ⅰ 750lx，城西Ⅲ 1,820lx）を示し，以後時間の経過とともに減少し，17時には最低（山下Ⅰ 154lx，城西Ⅲ 207lx）になる。この場合，最大値を指示する時刻については，8時以前の測定を行っていないので確認はできない。

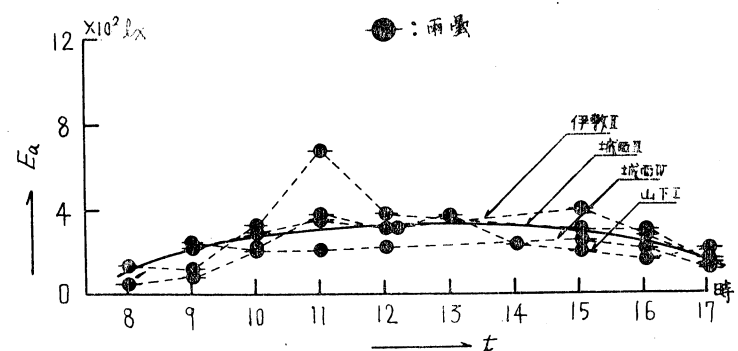
この現象は，第5～8図の曲線より，ESN の場合：8時→9時→10時……→17時；WSN では：15時→14時→13時……→8時；の順に照度曲線が，測定時刻によって階段的に低下することからもよく理解できる。

ここに，ESN の午後および WSN の午前の Ea が低く，それぞれ17時および8時に最低値になるのは，各々その時刻の教室照度が，直射日光に影響されず，天空光のみによるものと考えられるの

第9図 (イ) 平均照度曲線



第9図 (ロ) 平均照度曲線



で、早朝および夕刻の日照度の低いことを併せ考えれば、当然のことといえる。

雨曇の場合：快晴の結果のように明らかな傾向を認めにくい、概略図中の実線で示されるように、11～13時の値をピークにして、Eaは緩慢な円弧を描いて減少するような傾向を推察できる。これは第1、2報で示した、屋外照度曲線と関連して考察すれば容易に理解される。

5.4 均斉度について

均斉度については2、3の表示法を取り上げて検討してみた。

(1) : 教室均斉度 : U

第10図は均斉度曲線で、第6表の結果から、各測定時刻ごとの均斉度をプロットして描いた曲線である。

快晴の場合：ESN教室とWSN教室の午前午後における対称性が、第9図の平均照度の結果と全く反対の現象を示す。すなわちESN教室においては、平均照度の高い8～10時の均斉度が悪く、逆に平均照度の低下する15、16時の均斉度が非常によくなる。

WSN教室の場合は、午前、午後全く逆である。

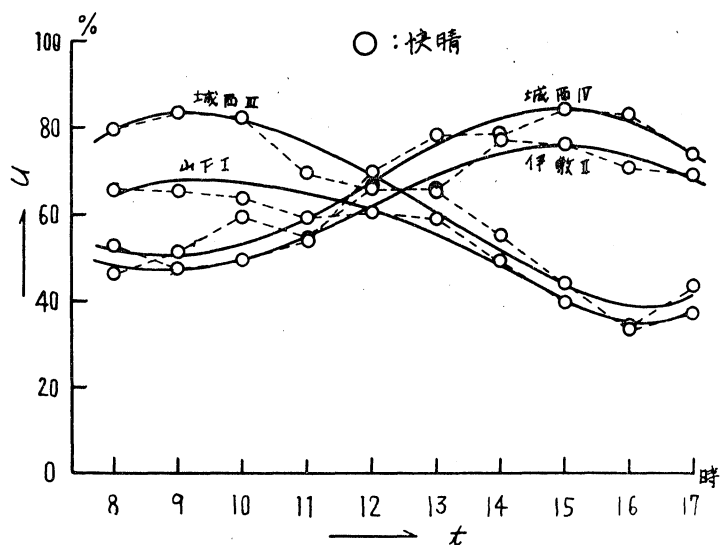
なお両曲線の交点は、平均照度の場合と同じように、概略12時の近傍：U=65%程度：の時刻で、U曲線の最大値（均斉度は最も悪い）および最小値（均斉度は最良）——平均照度曲線では最小値は現われない。均斉度曲線の場合は明らかに最小値を認められるが、8時以前および17時以後の測定も行って、もっと詳細な検討を試みたい

——を示す時刻が、ESN、WSN各教室について8、9時と15、16時に現われ、平均照度の最大値ともよく一致している。

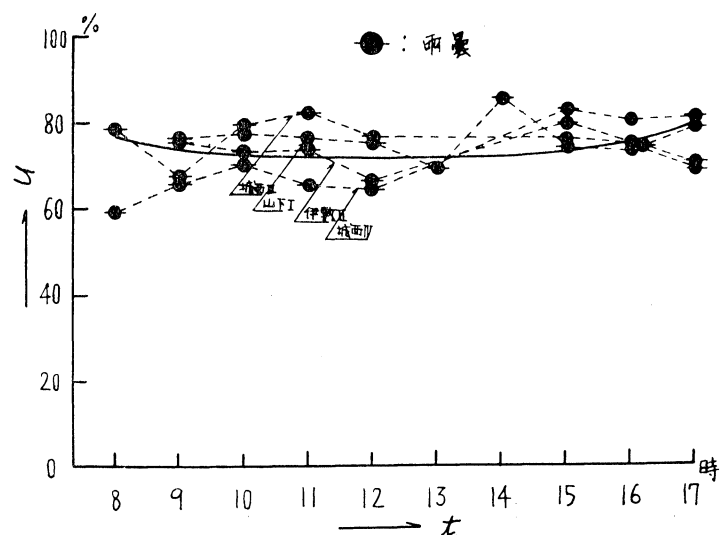
これは次のような理由によるものと思われる。

すなわち南北校舎においては、12時（概略日南中の時刻）の大陽直射は真上にくるので、この近傍

第10図 (イ) 均 斉 度 曲 線



第10図 (ロ) 均 斉 度 曲 線



の時刻では、教室照度の主光源として、東西両天空光のみが考えられ、 E_{SN} の8~10時頃は東面窓より、 W_{SN} 教室の14~16時頃は西面窓よりの直射日光に影響されて、窓側から l , m , n 列などが異状な高照度を示すことになり、この照度分布のアンバランスのために、均斉度は低下するものと推察される。

雨曇の場合：(○)図の曲線に示されるように、各時刻を通じて均斉度は大体一様に変化し： $U=75\%$ 程度：快晴時のような明らかな傾向を推知しにくい、図の実線で示したように、12時附近でいくらか均斉度がよくなるような傾向が推察される（第9図では Ea が高い）。

(2)：各列の均斉度： Ua

第7表は快晴、雨曇の測定値について、各列ごとに均斉度を求めたもので（9時、12時、16時の各列均斉度の平均）、曲線に示すと第11図のようになる。

これは前報にも述べたように、各机面上の一日中の照度変化についての概略を推知する指針となり、その値が小さい程、机面照度の動揺が少なく、安定した照明状態であるといえる。

図からわかるように快晴、雨曇とも、各列を通じてあまり変化はなく、また E_{SN} , W_{SN} 教室についての差異も認めにくい。ただし、山下小学校 I の値が中央列程よくなり、両側列 l , p になると悪い結果を示している。

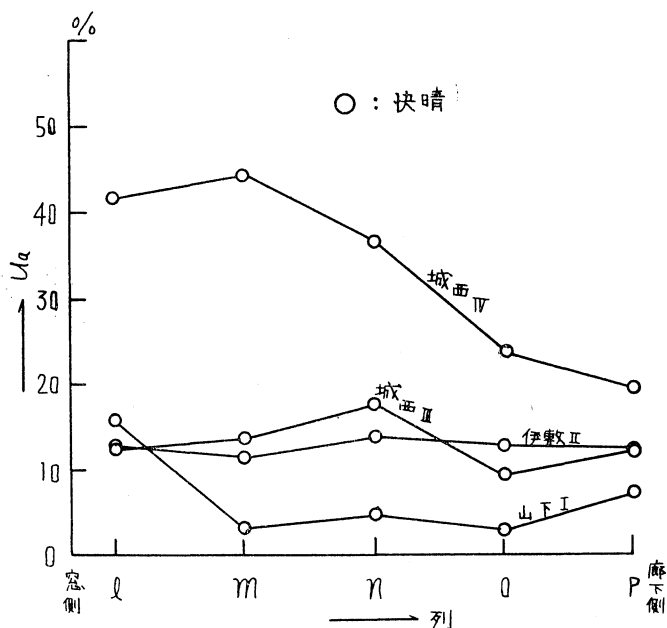
これは⁵⁾富田、⁶⁾渡辺の研究、および筆者らの第1報第3図（照度曲線）の結果とも関連すると思われるが、なお検討する必要がある。

城西中学校 IV の結果が特によくないのは、西側窓外に樹木が接近して、採光条件を悪くしているためである。

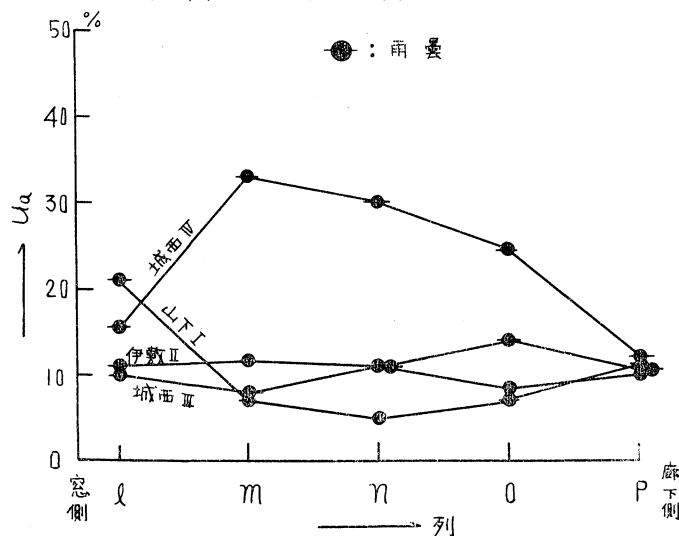
第7表 列 均 斉 度 (Ua)

窓面向	分類	測定校	階	天候	Ua (%)					平均
					l	m	n	o	p	
E_{SN}	A	山下 I	1・2・3	○	15.6	3.1	4.7	3.0	7.2	6.7
				●	21.1	7.0	5.3	7.1	11.2	10.3
	B	城西 III	1・2	○	12.3	13.6	17.5	9.2	12.0	12.9
				●	10.0	8.1	10.9	8.6	9.9	9.5
W_{SN}	B	伊敷 II	1・2	○	12.9	11.5	13.7	12.7	12.1	12.6
				●	10.8	11.8	11.4	13.9	10.7	11.7
	B	城西 IV	1・2	○	41.7	44.3	36.5	23.4	19.3	33.0
				●	15.6	32.9	29.8	24.5	12.2	23.0

第11図 (イ) 列 均 斉 度 曲 線



第11図 (ロ) 列均斉度曲線



(3) : まぶしさについて

教室照明の問題で、まぶしさについて論及する場合：均斉度 (E_{max} , E_{min} , E_a により定義される) は重要な関係をもっている。しかし、まぶしさを量的に表示することは、生理的、心理的な問題とも関連し、かなり困難である。⁷⁾⁸⁾⁹⁾

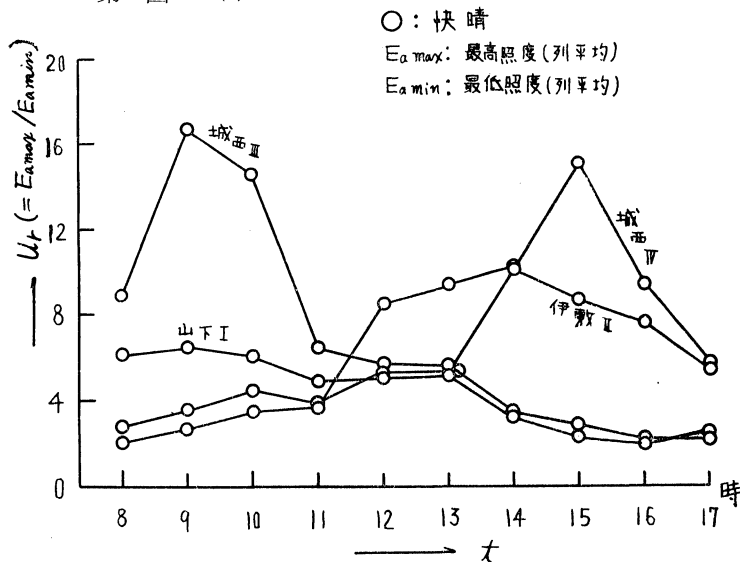
したがって筆者らは、教室における照度のアンバランス、すなわち、明暗対比の概略を表示して、まぶしさについてのある程度の目安を得るために第8表を作った。曲線に描くと第12図のようになる。これは、 $E_{a,max}$: 最高照度(列平均) / $E_{a,min}$: 最低照度(列平均) = U_r : を表わすもので、一種の平均均斉度の表示法であり、この値の大きい程、まぶしさの原因を作り易いといえる。¹⁰⁾¹¹⁾¹²⁾¹³⁾

図および表より、快晴の場合：前述の均斉度曲線と大体同じような傾向を示し、 E_{SN} 教室の午前および W_{SN} 教室の午後は、比較的大きな値を示している。雨曇の傾向はつかみにくい。

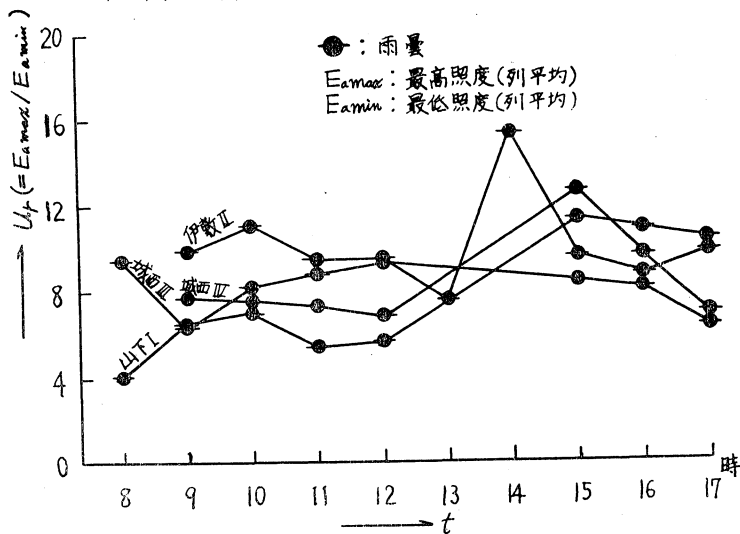
第8表 $E_{a,max}/E_{a,min}=U_r$

窓面向	分類	測定校	階	天候	U_r			
					9時	12時	16時	平均
E_{SN}	A	山下Ⅰ	1・2・3	○	6.5	5.1	2.0	4.5
				●	9.8	9.4	8.6	9.3
	B	城西Ⅲ	1・2	○	16.6	5.8	2.2	8.2
				●	6.4	9.2	8.0	7.9
W_{SN}	B	伊敷Ⅱ	1・2	○	3.6	5.4	7.6	5.5
				●	9.7	6.8	9.6	8.7
	B	城西Ⅳ	1・2	○	2.7	8.5	9.3	6.8
				●	6.4	5.6	10.7	7.6

第12図 (イ)



第12図 (ロ)



5.5 測定結果のまとめ

雨曇の場合は、ESN 教室と WSN 教室の一般的な特長をつかみにくいので、主として快晴の場合の結果について総括する。

ESN, WSN 教室の照度分布に関する、それぞれの特長の詳細は前に述べたので省略する。

各学校教室ごとの照度分布の良否についての比較は、第9～12図および第6～8表に示された通りで、概略

Ea : については、伊敷Ⅱ，城西Ⅲが高い値を示しているが、城西Ⅲの **Ea** は高低の差が大き過ぎる。

U : については山下Ⅰ，伊敷Ⅱが優れている。

Ua : 山下Ⅰ，伊敷Ⅱ，城西Ⅲ，城西Ⅳの順で良い。

Ur : 山下Ⅰ，伊敷Ⅱは良好，他は良くない。

総体的に山下Ⅰと伊敷Ⅱの照度分布が良好な結果を示している。城西Ⅳがあまり良い結果を示していないのは、前述のように採光環境の欠陥による。

第9表と第13図に全測定の結果を要約して示した。

第9表 基準値(12時の値)との比：快晴○

窓面向	分類	測定校	階	時刻 項目	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時
ESN	A	山下Ⅰ	1・2・3	E_{max}	2.14	2.00	1.37	0.93	1.00	0.92	0.57	0.31	0.34	0.31
				E_{min}	1.69	1.58	1.16	0.92	1.00	0.92	0.84	0.77	0.87	0.57
				E_a	1.98	1.82	1.30	0.91	1.00	0.90	0.66	0.51	0.51	0.41
				U	1.10	1.09	1.07	0.99	1.00	0.99	0.83	0.67	0.58	0.73
				U_a	1.28	1.00	1.07	1.13	1.00	1.11	1.25	1.08	0.79	1.15
				U_r	1.20	1.29	1.22	0.97	1.00	1.03	0.65	0.46	0.40	0.50
	B	城西Ⅲ	1・2	E_{max}	3.73	4.40	3.80	1.15	1.00	0.92	0.47	0.40	0.27	0.23
				E_{min}	1.91	1.53	1.16	1.00	1.00	1.03	0.80	0.88	0.80	0.67
				E_a	3.07	2.96	2.09	1.08	1.00	0.97	0.58	0.51	0.40	0.23
				U	1.19	1.24	1.23	1.03	1.00	0.97	0.82	0.66	0.50	0.55
				U_a	1.74	1.80	1.44	1.07	1.00	0.93	0.84	0.76	0.80	0.79
				U_r	1.53	2.84	2.49	1.04	1.00	0.97	0.60	0.49	0.34	0.32
WSN	B	伊敷Ⅱ	1・2	E_{max}	0.32	0.59	0.93	0.67	1.00	1.28	2.58	3.18	2.14	1.39
				E_{min}	0.60	0.89	1.06	0.92	1.00	1.14	1.23	1.68	1.56	1.10
				E_a	0.41	0.68	0.98	0.74	1.00	1.26	2.02	2.59	1.99	1.40
				U	0.74	0.85	0.96	0.88	1.00	1.06	1.24	1.22	1.14	1.11
				U_a	1.06	1.10	0.77	1.03	1.00	0.97	1.01	1.33	0.95	1.42
				U_r	0.59	0.69	0.94	0.81	1.00	1.05	2.20	1.79	1.58	1.13
	B	城西Ⅳ	1・2	E_{max}	0.19	0.25	0.37	0.40	1.00	1.38	1.86	3.74	2.80	1.40
				E_{min}	1.23	0.68	0.87	0.97	1.00	0.97	1.38	1.39	0.97	0.97
				E_a	0.36	0.38	0.51	0.62	1.00	1.33	1.89	2.57	1.72	1.11
				U	0.78	0.70	0.73	0.79	1.00	1.16	1.16	1.25	1.23	1.10
				U_a	0.89	0.95	0.84	0.83	1.00	1.05	1.61	2.13	3.01	2.48
				U_r	0.30	0.37	0.49	0.50	1.00	1.29	1.40	2.07	1.28	0.79

第9表は、各学校ごとの各測定時刻における E_{max} , E_{min} , E_a , U , U_a , U_r の値を、12時の値を基準（1とする）として示した比例値である。表中の肉太の数字は、各学校のそれぞれの項目について、最大と最小の値を示す。

第13図は、第9表の結果を E_{SN} （山下Ⅰ，城西Ⅲの平均）， W_{SN} （伊敷Ⅱ，城西Ⅳの平均）教室ごとに、各測定時刻について描いた曲線で、それぞれ一種の均斉度の表示法である。

12時の基準値〔1〕を中心として、左右の各時刻の値は1よりの偏差の小さい程、すなわち1に近い値を表示する程、良好な照度分布であるといえる。

E_{SN} 教室と W_{SN} 教室の照度分布に関する諸値が12時を中心として、午前、午後対称的に変化する状態が明白に示されている。

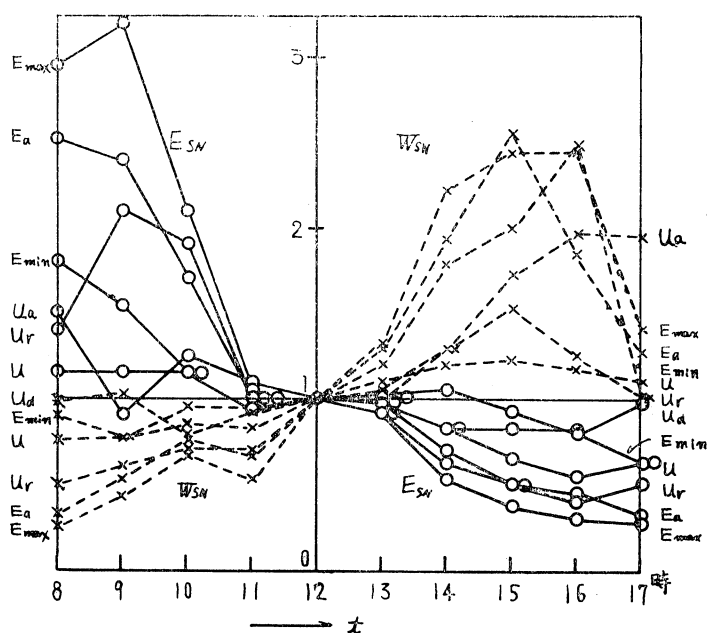
すなわち E_{SN} 教室の各値は午前中第2象限（1よりも大）にあり、午後は第4象限（1よりも小）の値を示す。

W_{SN} 教室では、午前中は第3象限（1より小）、午後は第1象限（1より大）の値を示している。

また8、9時および15、16時で最大値、最小値を示す傾向もよく認知できる。

以上の結果からも山下Ⅰ，伊敷Ⅱの照度分布は他に比較して良好である。

第13図 E_{SN} 教室と W_{SN} 教室の比較：快晴



VI 結 言

自然採光下における、教室照度の一連の研究として、本研究では南北校舎についての測定を行った。

E_{SN} , W_{SN} 教室の場合は、窓面の向きにより直射日光に影響され、照度分布は午前、午後対称的に変化するので、分析結果も E_{SN} , W_{SN} 特性の時間的な変化を主として比較論議した。

結果を要約しつつ気付いたことを2、3附記する。

1. E_{SN} , W_{SN} の一般的な採光特性を比較検討するためには、天候その他の測定条件を概略均一にして、同時に測定を行うことが必要である。
2. 測定結果を分析評価する場合、 E_{max} , E_{min} , E_a , U , U_a , U_r など、数項目に別けて検討したが、要するに E_a と U について評価することに、一般的な意味をもつ。
3. 第9表の全結果についての表示法は、対数表示により、12時の基準値を零とし、正負の量で偏

差を表示すれば、なお一層便利である。

4. まぶしさの表示法の一つとして、第6表より： $E_{max} + E_{min}/2E_a \leq 1$: の検討も行った。結果はUの場合と類似性を示した。
5. 照度の良否についての評価には、対象の生徒を選んで、実技的な実験調査を併行すれば、さらに有意義な結果を得られると思う。
6. 結果を他の研究報告とも比較検討して、ある程度量的な標準値を検討できれば、今後の研究に一層有意義である。

以上調査研究の結果は、長時日の測定にもかかわらず、測定条件その他の制約をうけて、資料不足となり、やや定性的検討に終わった。

しかし E_{SN} , W_{SN} 教室の照度分布について、ある程度の特長は確認できたと思う。今後、前報の S_{EW} 教室の場合、および現在行いつつある模型教室における測定結果とも比較して検討するつもりである。

参 考 文 献

- 1) 中村, 是枝, 宮路 : 鹿大教研紀 (昭36)
- 2) 中村, 是枝, 宮路 : 鹿大教研紀 (昭36)
- 3) 渡辺 要 : 建論文29 (昭18) 92
- 4) 富田 清 : 建技報40 (昭32) (37)
- 5) 4に同じ
- 6) 3に同じ
- 7) 飯沼 巖 : 照学誌39 (昭30) 452
- 8) 真辺春蔵 : 照学誌41 (昭32) 306
- 9) 蒲山久夫 : 照学誌42 (昭33) 163
- 10) 日本建学会 : 学校建築設計 P.138
- 11) 照明基準委員会報告 : 照学誌36 (昭27) 234
- 12) 照明基準委員会報 : 照学誌37 (昭28) 286
- 13) 9に同じ