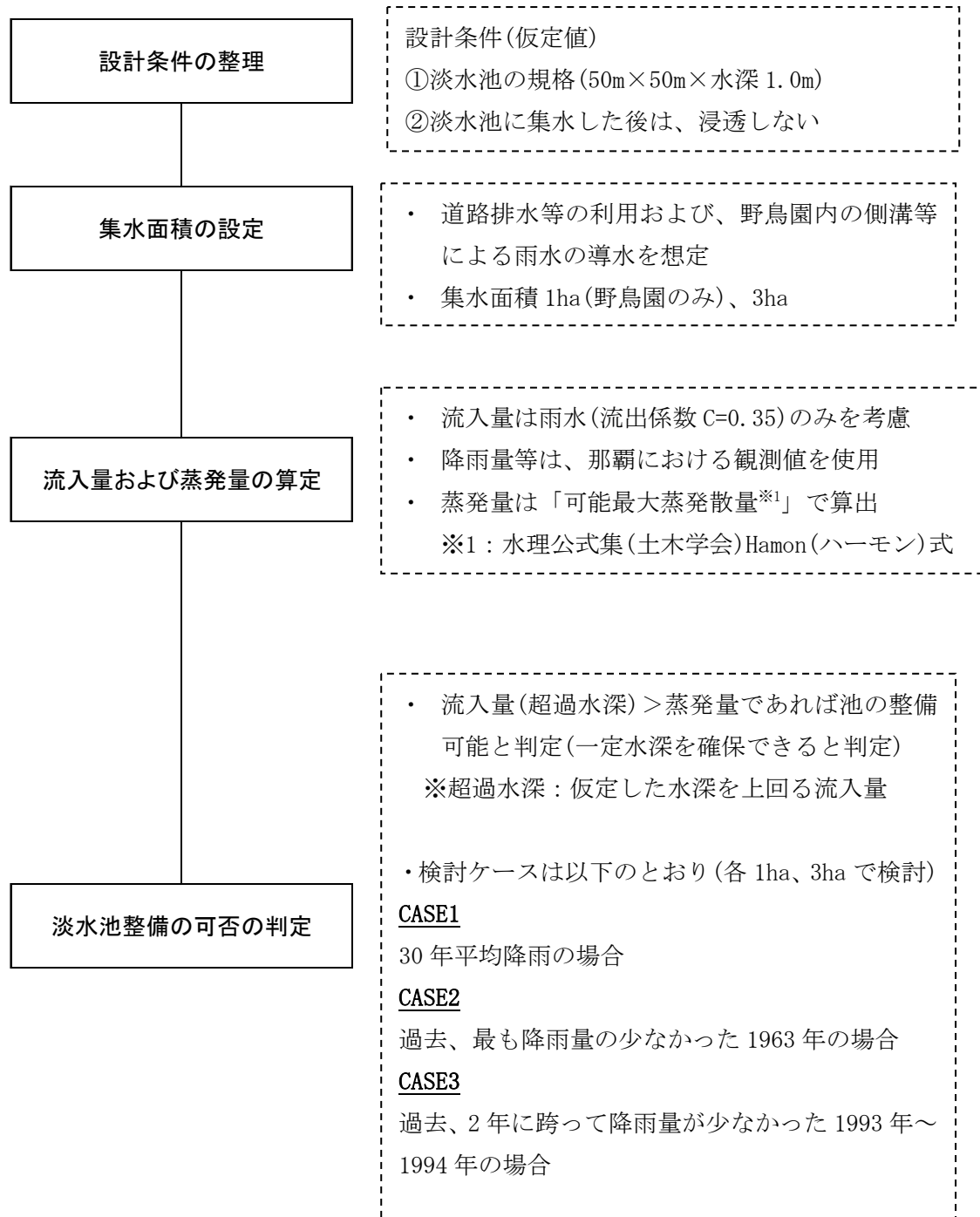
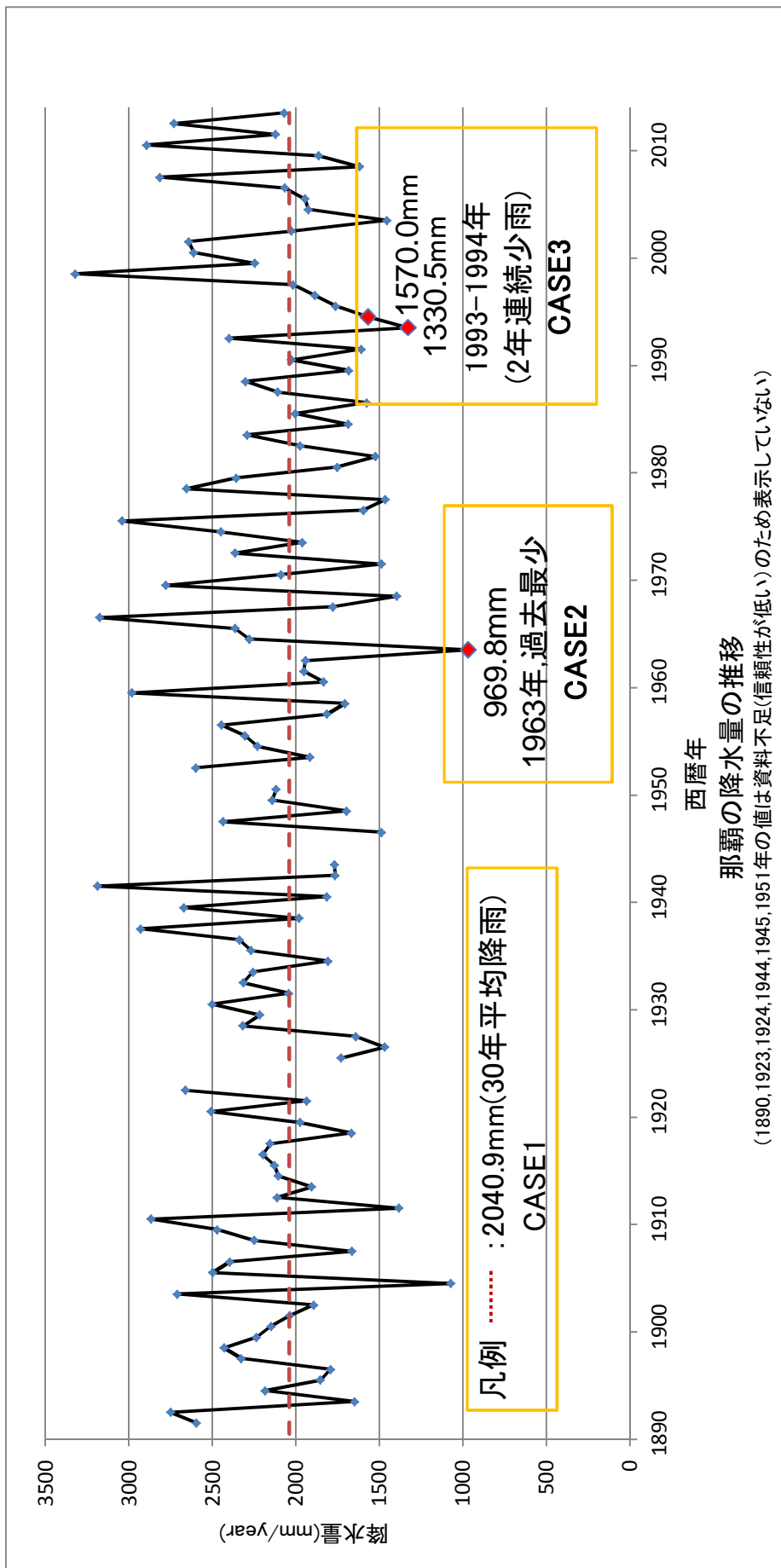


## 淡水池の設置に関する検討について

### 1. 検討フロー

淡水池の検討は、以下のフローに示す手順で検討した。





那覇の降水量の推移  
(1890,1923,1924,1944,1945,1951年の値は資料不足(信頼性が低い)のため表示していない)

## 2. 検討結果

### (1) 集水面積 1ha の場合



図.1 集水面積の算定根拠(1ha)

# 中城湾港泡瀬地区野鳥園(池)の水収支計算結果(月平均降水量)

月ごとの水収支算出結果

月	降水量※		流入量		蒸発散量 (OUT) (m/month)	水深換算-蒸発散量 (IN-OUT) (m/month)
	(mm/month)	(m3/month)	月流入量 (m3/month)	池面積2500m <sup>2</sup> の場合 の水深換算(IN) (m/month)		
1月	107.0	374.50	374.50	0.15	0.05	0.10
2月	119.7	418.95	418.95	0.17	0.05	0.12
3月	161.4	564.90	564.90	0.23	0.07	0.16
4月	165.7	579.95	579.95	0.23	0.08	0.15
5月	231.6	810.60	810.60	0.32	0.11	0.21
6月	247.2	865.20	865.20	0.35	0.14	0.21
7月	141.4	494.90	494.90	0.20	0.16	0.03
8月	240.5	841.75	841.75	0.34	0.15	0.18
9月	260.5	911.75	911.75	0.36	0.13	0.24
10月	152.9	535.15	535.15	0.21	0.10	0.12
11月	110.2	385.70	385.70	0.15	0.07	0.08
12月	102.8	359.80	359.80	0.14	0.06	0.09
年合計	2040.9	7143.15	7143.15	2.86	1.17	1.69

※気象庁HP,那覇の1981年~2010年における平年値(年・月ごとの値)より

## CASE1(集水面積1ha)

水収支計算諸元

### ①流入量

面積	ha	1.00	海浜緑地
面積	m <sup>2</sup>	10,000	〃
流出係数	c	0.35	〃

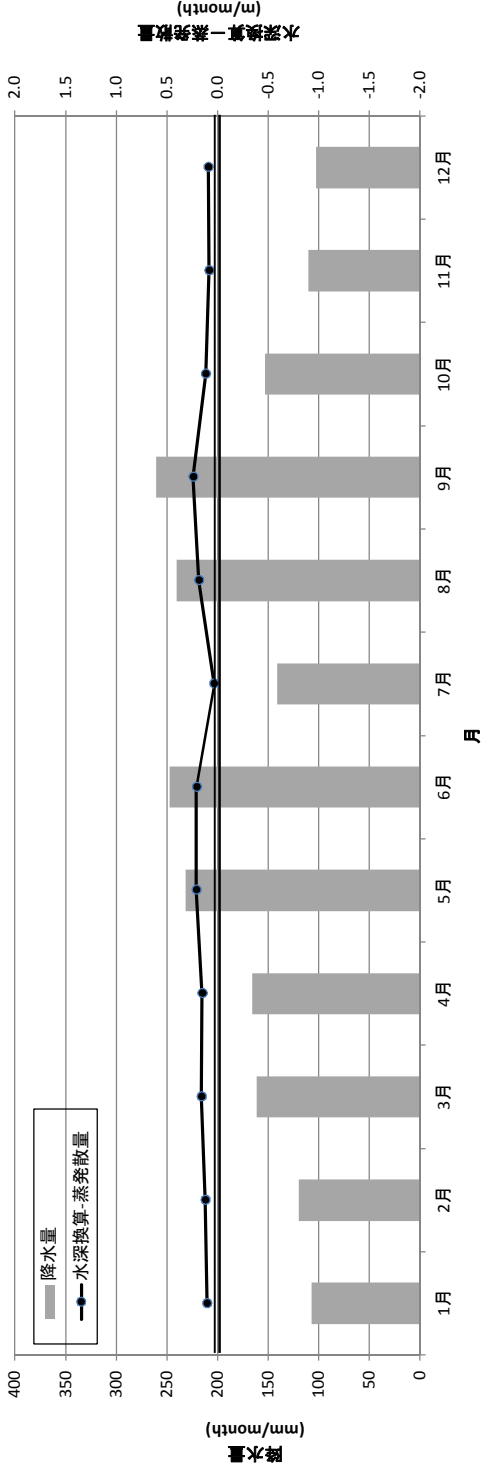
### ②池の規模

縦	m	50	仮定
横	m	50	〃
深さ	m	1	〃
池面積	m <sup>2</sup>	2,500	〃
池容積	m <sup>3</sup>	2,500	〃

### ③蒸発散量

Hamont(ハーンモンの式)より

月	蒸発散量 (m/month)
1月	0.05
2月	0.05
3月	0.07
4月	0.08
5月	0.11
6月	0.14
7月	0.16
8月	0.15
9月	0.13
10月	0.10
11月	0.07
12月	0.06



月平均降水量と仮定した場合の水収支計算結果(30年平均降雨)

結論:各月とも過去の当該月の平均降水量と仮定した場合、全月で水深換算>蒸発散量となり、月単位では水深は低下しない。

# 中城湾港泡瀬地区野鳥園(池)の水収支計算結果(年降水量最少,1963年969.8mmケース)

CASE2(集水面積1ha)

年降水量最少(1963年,969.8mm)と仮定した場合の水収支計算結果

月	降水量※ (mm/month)	流入量		蒸発散量 (OUT) (m/month)	水深換算-蒸発散量 (IN-OUT) (m/month)
		月流入量 (m3/month)	池面積2500m2の場合 の水深換算(IN) (m/month)		
1月	62.3	218.05	0.09	0.048	0.039
2月	48.8	170.80	0.07	0.047	0.021
3月	39.7	138.95	0.06	0.066	-0.011
4月	38.6	135.10	0.05	0.083	-0.029
5月	14.8	51.80	0.02	0.114	-0.093
6月	75.2	263.20	0.11	0.141	-0.035
7月	64.3	225.05	0.09	0.165	-0.074
8月	224.3	785.05	0.31	0.155	0.159
9月	166.3	582.05	0.23	0.127	0.106
10月	40.1	140.35	0.06	0.099	-0.043
11月	47.5	166.25	0.07	0.071	-0.004
12月	147.9	517.65	0.21	0.056	0.152
年合計	969.8	3394.30	1.36	1.171	0.187

水収支計算諸元

## ①流入量

面積	ha	1.00	海浜緑地
面積	m2	10,000	"
流出係数	c	0.35	"

## ③蒸発散量

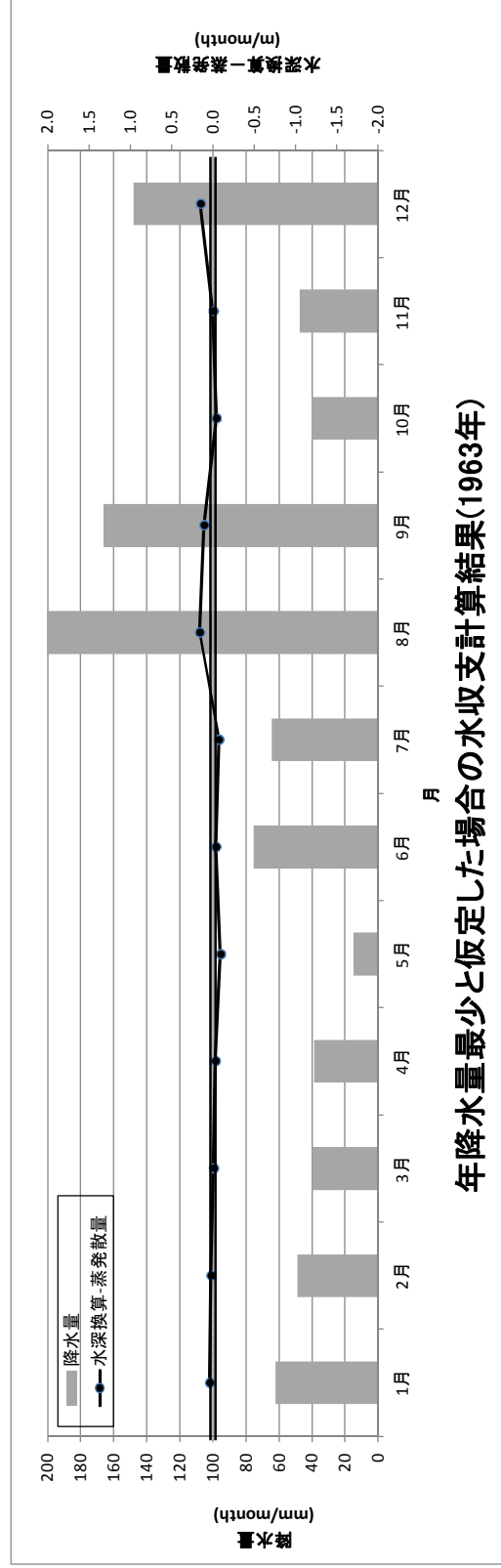
Hamon(ハーマン)の式より

月	蒸発散量 (m/month)
1月	0.05
2月	0.05
3月	0.07
4月	0.08
5月	0.11
6月	0.14
7月	0.16
8月	0.15
9月	0.13
10月	0.10
11月	0.07
12月	0.06

## ②池の規模

縦	m	50	仮定
横	m	50	"
深さ	m	1	"
池面積	m2	2,500	"
池容積	m3	2,500	"

※気象庁HP,那覇1963年観測結果より



結論:ほとんどの月で水深1.0mの確保は困難であるものの、最も浅くなった場合でも水深0.9m程度である。

中城湾港泡瀬地区野鳥園(池)の水収支計算結果(2年連続少雨1993年1330.5mm,1994年1570.0mmのケース)

CASE3(集水面積1ha)

2年連続少雨(1993年1330.5mm,1994年1570.0mm)と仮定した場合の水収支算出結果

年	月	降水量*		流入量		蒸発量		水深換算-蒸発量	
		(mm/month)	(mm/month)	(m <sup>3</sup> /month)	(m <sup>3</sup> /month)	(m <sup>3</sup> /month)	(m <sup>3</sup> /month)	(IN-OUT)	(m/month)
1993	1月	100.0	350.00	0.14	0.048	0.092	0.054	0.048	0.113
	2月	72.5	253.75	0.10	0.047	0.066	0.048	0.047	0.108
	3月	82.0	287.00	0.11	0.066	0.083	-0.005	0.083	0.153
	4月	55.5	194.25	0.08	0.114	0.248	0.114	0.114	-0.020
	5月	258.0	903.00	0.36	0.114	0.248	0.114	0.114	0.434
	6月	113.0	395.50	0.16	0.141	0.018	0.018	0.141	0.054
	7月	171.5	600.25	0.24	0.165	0.076	0.076	0.165	-0.030
	8月	41.0	143.50	0.06	0.155	-0.097	0.155	0.155	0.032
	9月	185.5	649.25	0.26	0.127	0.132	0.127	0.127	-0.050
	10月	83.5	292.25	0.12	0.089	0.018	0.018	0.089	0.182
	11月	143.0	500.50	0.20	0.071	0.130	0.071	0.071	0.020
	12月	25.0	87.50	0.04	0.056	-0.021	0.056	0.056	0.033
年合計	1330.5	4656.75	1.86	1.171	0.692	1.171	1.171	1.027	

年	月	降水量*		流入量		蒸発量		水深換算-蒸発量	
		(mm/month)	(mm/month)	(m <sup>3</sup> /month)	(m <sup>3</sup> /month)	(m <sup>3</sup> /month)	(m <sup>3</sup> /month)	(IN-OUT)	(m/month)
1994	1月	115.0	402.50	0.16	0.048	0.113	0.048	0.113	0.113
	2月	111.0	388.50	0.16	0.047	0.108	0.047	0.108	0.108
	3月	156.5	547.75	0.22	0.066	0.153	0.066	0.153	0.153
	4月	44.5	155.75	0.06	0.083	-0.020	0.083	0.083	-0.020
	5月	391.0	1368.50	0.55	0.114	0.434	0.114	0.114	0.434
	6月	139.0	486.50	0.19	0.141	0.054	0.141	0.141	0.054
	7月	96.0	336.00	0.13	0.165	-0.030	0.165	0.165	-0.030
	8月	133.5	467.25	0.19	0.155	0.032	0.155	0.155	0.032
	9月	55.5	194.25	0.08	0.127	-0.050	0.127	0.127	-0.050
	10月	200.5	701.75	0.28	0.099	0.182	0.099	0.099	0.182
	11月	64.5	225.75	0.09	0.071	0.020	0.071	0.071	0.020
	12月	63.0	220.50	0.09	0.056	0.033	0.056	0.056	0.033
年合計	1570.0	5495.00	2.20	1.171	1.027	1.171	1.171	1.027	

※気象庁HP那覇1993-1994年観測結果より

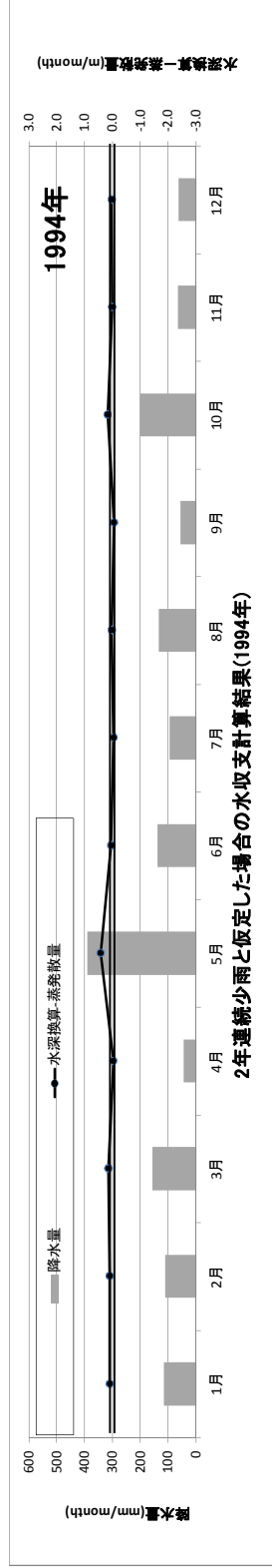
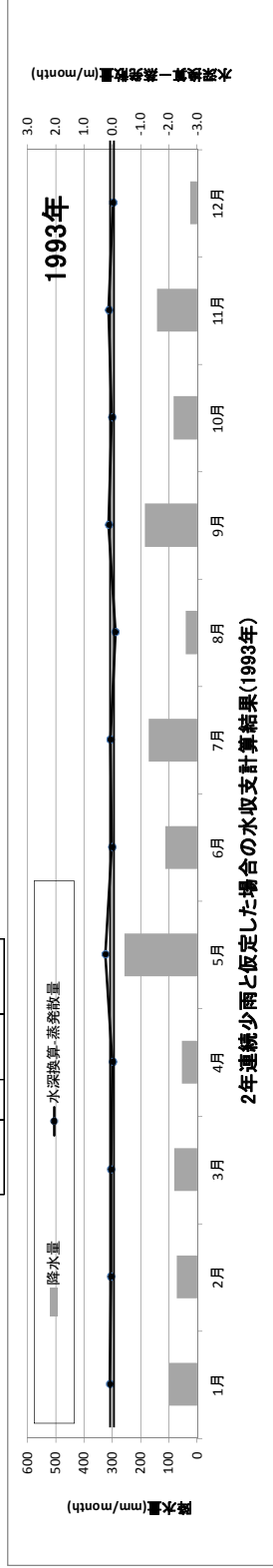
③蒸発量  
H(mm)/(h・m)の式より

縦	m	50	仮定
横	m	50	"
深さ	m	1	"
池面積	m <sup>2</sup>	2,500	"
池容積	m <sup>3</sup>	2,500	"

②池の規模

①流入量	ha	1.00	海浜緑地
面積	m <sup>2</sup>	10,000	"
流出係数	c	0.35	"

結論：年間3回程度、水深1.0mを確保することが困難な時期があるが、最も浅くなった場合でも水深0.9m程度である。



2年連続少雨と仮定した場合の水収支計算結果(1993年)

2年連続少雨と仮定した場合の水収支計算結果(1994年)

(2) 集水面積 3ha の場合

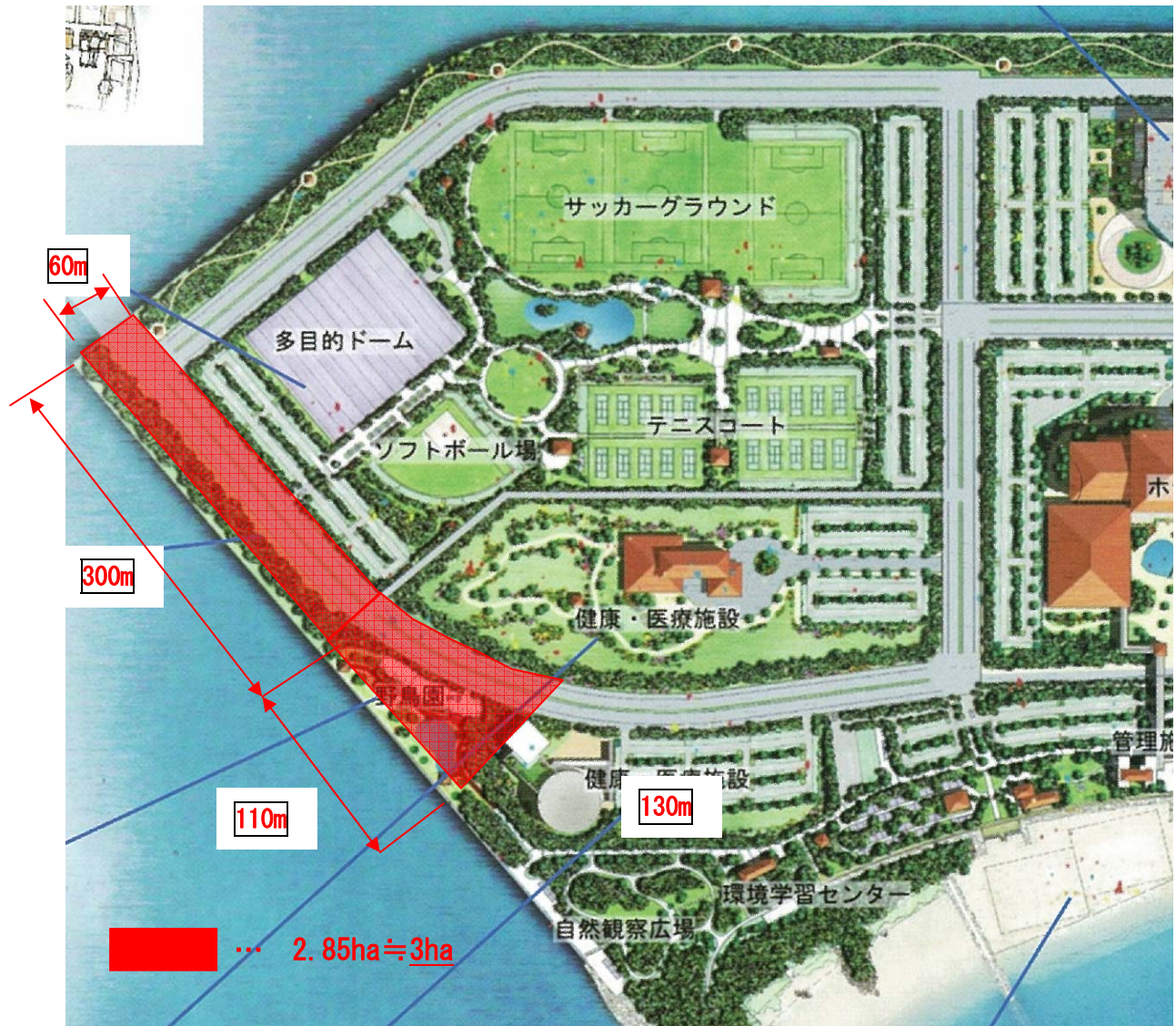


図.2 集水面積の算定根拠(3ha)

# 中城湾港泡瀬地区野鳥園(池)の水収支計算結果(月平均降水量)

月ごとの水収支算出結果

月	降水量※ (mm/month)	流入量		蒸発散量 (OUT) (m/month)	水深換算-蒸発散量 (IN-OUT) (m/month)
		月流入量 (m <sup>3</sup> /month)	池面積2500m <sup>2</sup> の場合 の水深換算(IN) (m/month)		
1月	107.0	1124	0.45	0.05	0.40
2月	119.7	1257	0.50	0.05	0.46
3月	161.4	1695	0.68	0.07	0.61
4月	165.7	1740	0.70	0.08	0.61
5月	231.6	2432	0.97	0.11	0.86
6月	247.2	2596	1.04	0.14	0.90
7月	141.4	1485	0.59	0.16	0.43
8月	240.5	2525	1.01	0.15	0.86
9月	260.5	2735	1.09	0.13	0.97
10月	152.9	1605	0.64	0.10	0.54
11月	110.2	1157	0.46	0.07	0.39
12月	102.8	1079	0.43	0.06	0.38
年合計	2040.9	21429	8.57	1.17	7.40

※気象庁HP,那覇の1981年~2010年における平年値(年・月ごとの値)より

## CASE1(集水面積3ha)

水収支計算諸元

### ①流入量

面積	ha	3.00	海浜緑地
面積	m <sup>2</sup>	30,000	〃
流出係数	c	0.35	〃

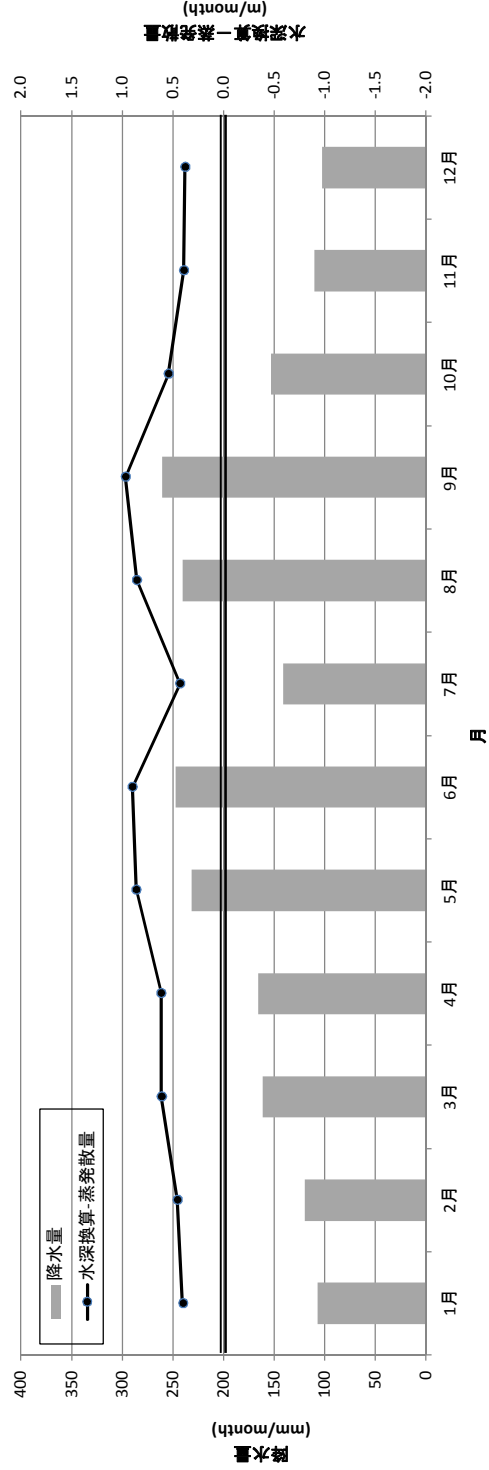
### ②池の規模

縦	m	50	仮定
横	m	50	〃
深さ	m	1	〃
池面積	m <sup>2</sup>	2,500	〃
池容積	m <sup>3</sup>	2,500	〃

### ③蒸発散量

Hamont(ハーンモンの式)より

月	蒸発散量 (m/month)
1月	0.05
2月	0.05
3月	0.07
4月	0.08
5月	0.11
6月	0.14
7月	0.16
8月	0.15
9月	0.13
10月	0.10
11月	0.07
12月	0.06



月平均降水量と仮定した場合の水収支計算結果(30年平均降雨)

結論:各月とも過去の当該月の平均降水量と仮定した場合、全月で水深換算>蒸発散量となり、月単位では水深は低下しない。



# 中城湾港泡瀬地区野鳥園(池)の水収支計算結果(年降水量最少,1963年969.8mmケース)

年降水量最少(1963年,969.8mm)と仮定した場合の水収支計算結果

月	降水量※ (mm/month)	流入量		蒸発散量 (OUT) (m/month)	水深換算-蒸発散量 (IN-OUT) (m/month)
		月流入量 (m <sup>3</sup> /month)	池面積2500m <sup>2</sup> の場合 の水深換算(IN) (m/month)		
1月	62.3	654	0.262	0.048	0.213
2月	48.8	512	0.205	0.047	0.157
3月	39.7	417	0.167	0.066	0.100
4月	38.6	405	0.162	0.083	0.079
5月	14.8	155	0.062	0.114	-0.051
6月	75.2	790	0.316	0.141	0.175
7月	64.3	675	0.270	0.165	0.106
8月	224.3	2355	0.942	0.155	0.787
9月	166.3	1746	0.698	0.127	0.571
10月	40.1	421	0.168	0.099	0.070
11月	47.5	499	0.200	0.071	0.129
12月	147.9	1553	0.621	0.056	0.566
年合計	969.8	10183	4.07	1.171	2.902

※気象庁HP,那覇1963年観測結果より

水収支計算諸元

## ③蒸発散量

Hamont(ハーンモンの式より)

月	蒸発散量 (m/month)
1月	0.05
2月	0.05
3月	0.07
4月	0.08
5月	0.11
6月	0.14
7月	0.16
8月	0.15
9月	0.13
10月	0.10
11月	0.07
12月	0.06

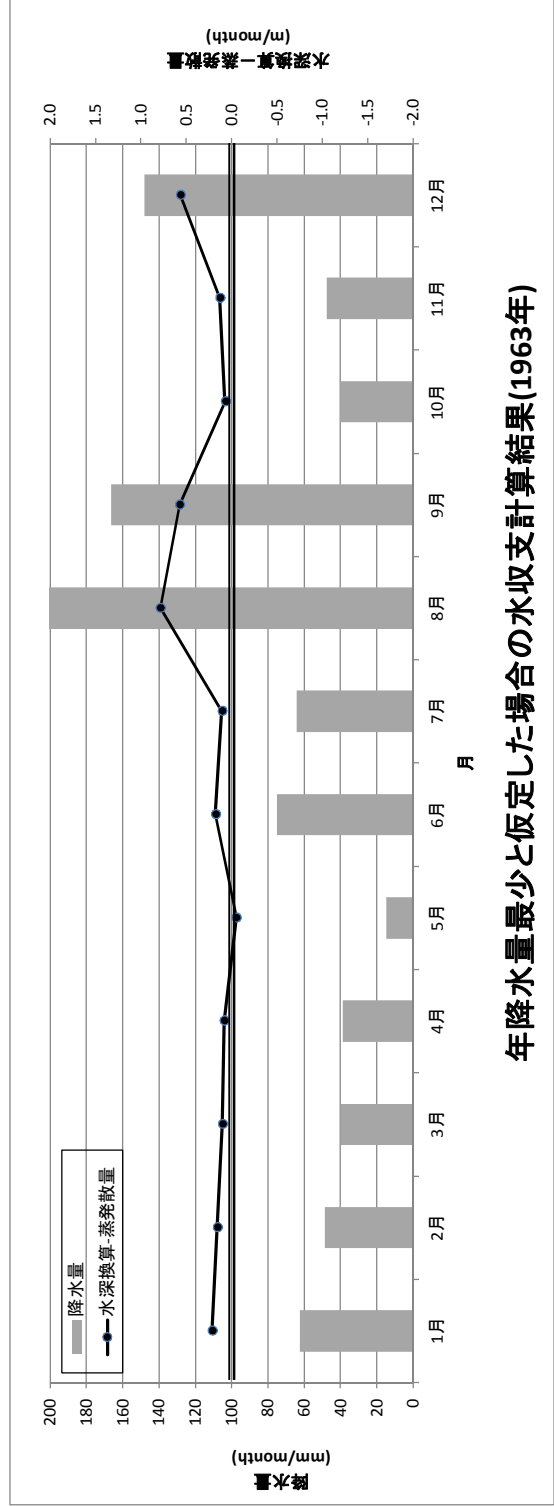
## ①流入量

面積	ha	3.00	海浜緑地
面積	m <sup>2</sup>	30,000	〃
流出係数	c	0.35	〃

## ②池の規模

縦	m	50	仮定
横	m	50	〃
深さ	m	1	〃
池面積	m <sup>2</sup>	2,500	〃
池容積	m <sup>3</sup>	2,500	〃

CASE2(集水面積3ha)



結論:5月を除き、月単位では水深は低下しない。

CASE3(集水面積3ha)

中城湾港泡瀬地区野鳥園(池)の水収支計算結果(2年連続少雨1993年1330.5mm,1994年1570.0mmのケース)

2年連続少雨(1993年1330.5mm,1994年1570.0mm)と仮定した場合の水収支計算結果

年	月	降水量※		流入量		蒸発散量 (OUT) (m/month)	水深換算-蒸発散量 (IN-OUT) (m/month)
		(mm/month)	(m/month)	月流入量 (m <sup>3</sup> /month)	池面積2500m <sup>2</sup> の場合の水深換算(IN) (m/month)		
1994	1月	115.0	0.483	1208	0.483	0.048	0.435
	2月	111.0	0.466	1166	0.466	0.047	0.419
	3月	156.5	0.657	1643	0.657	0.066	0.591
	4月	44.5	0.187	467	0.187	0.083	0.104
	5月	391.0	1.642	4106	1.642	0.114	1.529
	6月	139.0	0.584	1460	0.584	0.141	0.443
	7月	96.0	0.403	1008	0.403	0.165	0.239
	8月	133.5	0.561	1402	0.561	0.155	0.406
	9月	55.5	0.233	583	0.233	0.127	0.106
	10月	200.5	0.842	2105	0.842	0.099	0.743
	11月	64.5	0.271	677	0.271	0.071	0.200
	12月	63.0	0.265	662	0.265	0.056	0.209
年合計		1570.0	6.594	16485	6.594	1.171	5.423

年	月	降水量※		流入量		蒸発散量 (OUT) (m/month)	水深換算-蒸発散量 (IN-OUT) (m/month)
		(mm/month)	(m/month)	月流入量 (m <sup>3</sup> /month)	池面積2500m <sup>2</sup> の場合の水深換算(IN) (m/month)		
1993	1月	100.0	0.420	1050	0.420	0.048	0.372
	2月	72.5	0.305	761	0.305	0.047	0.257
	3月	82.0	0.344	861	0.344	0.066	0.278
	4月	55.5	0.233	583	0.233	0.083	0.150
	5月	258.0	1.084	2709	1.084	0.114	0.970
	6月	113.0	0.475	1187	0.475	0.141	0.334
	7月	171.5	0.720	1801	0.720	0.165	0.556
	8月	41.0	0.172	431	0.172	0.155	0.018
	9月	185.5	0.779	1948	0.779	0.127	0.652
	10月	83.5	0.351	877	0.351	0.099	0.252
	11月	143.0	0.601	1502	0.601	0.071	0.530
	12月	25.0	0.105	263	0.105	0.056	0.049
年合計		1330.5	5.588	13970	5.588	1.171	4.417

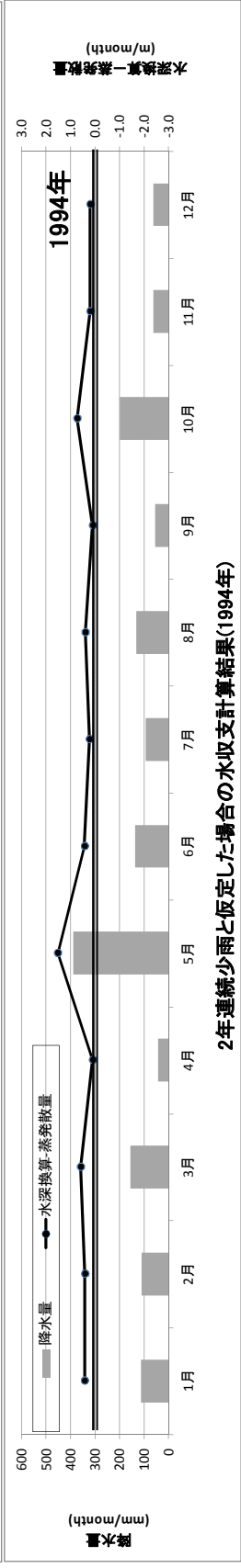
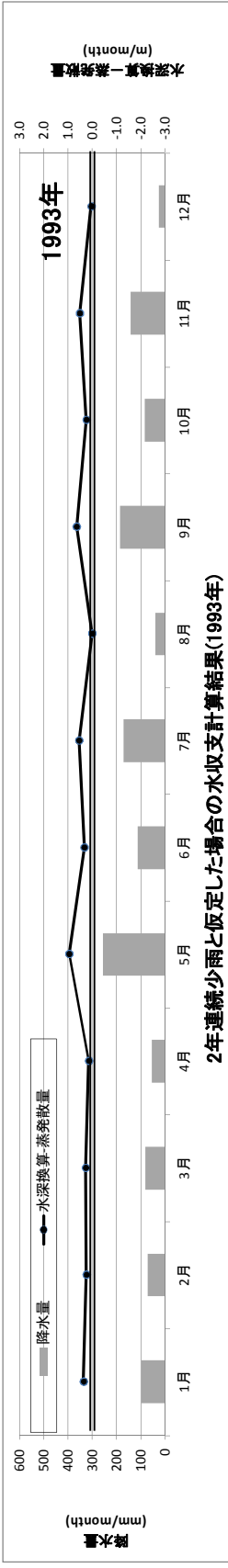
※気象庁HP\_那覇1993-1994年観測結果より

③蒸発散量 Hamon(ハーマン)の式より

①流入量		②池の規模	
面積	ha	縦	m
面積	m <sup>2</sup>	横	m
流出係数	c	深さ	m
		池面積	m <sup>2</sup>
		池容積	m <sup>3</sup>
		50	仮定
		30,000	〃
		0.35	〃
		2,500	〃
		2,500	〃

前頁CASE2(集水面積3ha)と同様のため割愛

結論:2年間、月単位で仮定した水深を低下することはない。



2年連続少雨と仮定した場合の水収支計算結果(1994年)

### 3. 概略検討の結果のまとめ

#### (1) 集水面積 1ha の場合

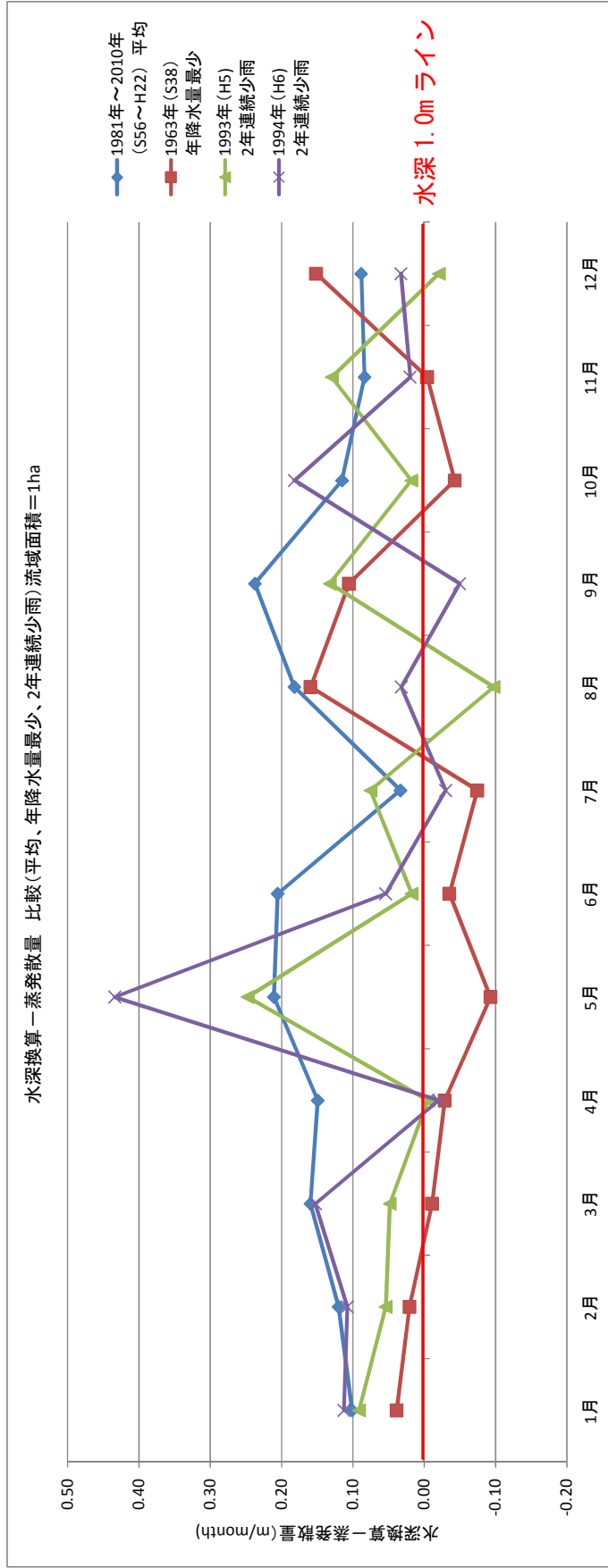


図.3 概略検討-1の結果(1ha)

(2) 集水面積3haの場合

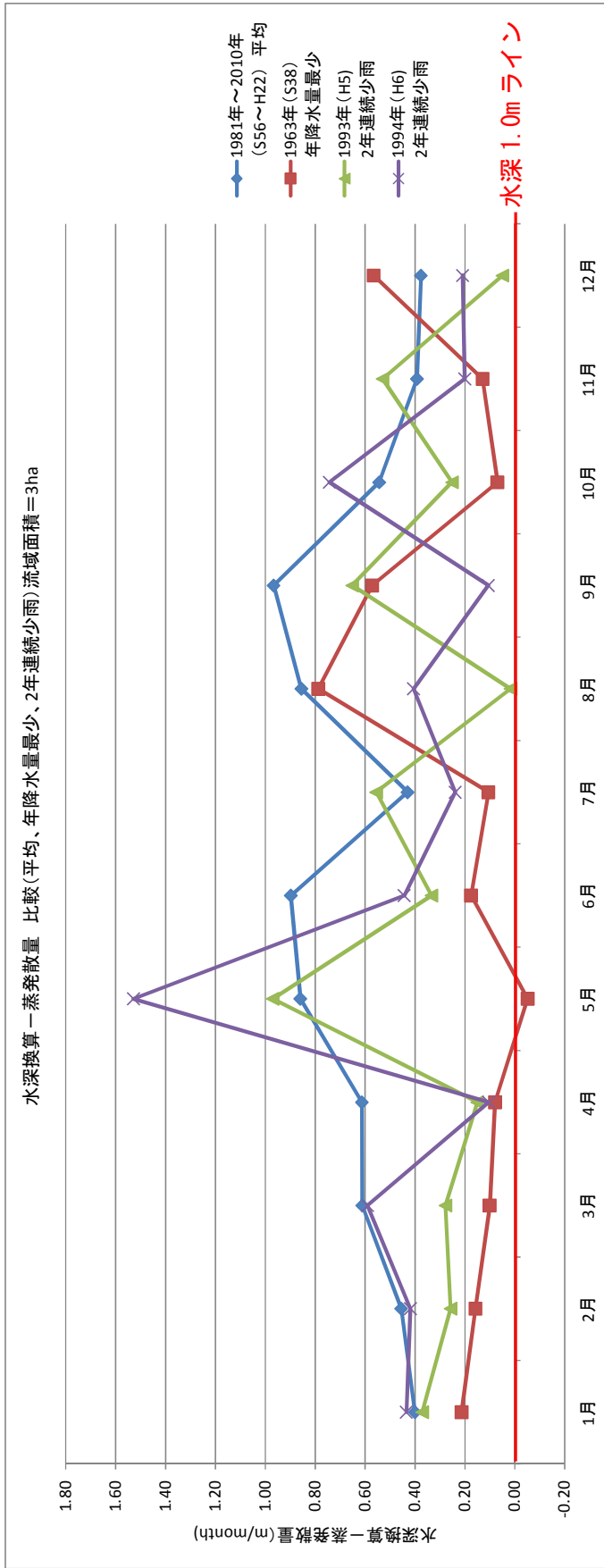


図.4 概略検討-2の結果(3ha)

# 中城湾港泡瀬地区野鳥園(池)の水量概算諸元

30年平均降水量

月	降水量		降水量m換算 (m)
	(mm)	(mm)	
1月	107.0	0.1070	
2月	119.7	0.1197	
3月	161.4	0.1614	
4月	165.7	0.1657	
5月	231.6	0.2316	
6月	247.2	0.2472	
7月	141.4	0.1414	
8月	240.5	0.2405	
9月	260.5	0.2605	
10月	152.9	0.1529	
11月	110.2	0.1102	
12月	102.8	0.1028	
年	2040.8	2.0408	

※気象庁HP:那覇の1981年～2010年における平年値(年・月ごとの値)より

月別平均気温

月	気温 (°C)
1月	17.0
2月	17.1
3月	18.9
4月	21.4
5月	24.0
6月	26.8
7月	28.9
8月	28.7
9月	27.6
10月	25.2
11月	22.1
12月	18.7
年	23.1

※気象庁HP:那覇の1981年～2010年における平年値(年・月ごとの値)より

飽和絶対湿度(pt)

気温 (°C)	飽和絶対湿度 (g/m <sup>3</sup> )
15	12.8
16	13.6
17	14.5
18	15.4
19	16.3
20	17.3
21	18.4
22	19.4
23	20.6
24	21.8
25	23.1
26	24.4
27	25.8
28	27.2
29	28.8
30	30.4

$$pt=(217Et)/(T+273.15)$$

Et: 飽和水蒸気圧(hPa)

$$Et: 6.11 \times 10^{(7.5T)/(T+237.3)}$$

T: 気温(°C)

## 蒸発散計算式

可能最大蒸発散量を与えるHamon(ハーマン)の式を用いた。

Hamon(ハーマン)の式

$$Ep = 0.1 \times D_0^2 \times pt$$

Ep 日平均蒸発散能(mm/day)

D<sub>0</sub><sup>2</sup> 可照時間(12h/dayを1とする)

pt 日平均気温に対する飽和絶対湿度(g/m<sup>3</sup>)

出典 水理公式集, 土木学会, 昭和60年1月)

月	Ep (mm/day)	D <sub>0</sub> (可照時間)						pt(飽和絶対湿度)			
		年月日	日の出時刻	日の入時刻	日の出～日の入の時間		D <sub>0</sub> (12h=1)	月平均気温 (°C)	pt(飽和絶対湿度) (g/m <sup>3</sup> )		
					時間	分換算					
1月	1.6	2013/1/1	7:17	17:49	10:32	632	12:00	720	0.878	17.0	14.5 (17°Cの値)
2月	1.7	2013/2/1	7:14	18:12	10:58	658	12:00	720	0.914	17.1	14.5 (17°Cの値)
3月	2.1	2013/3/1	6:53	18:31	11:38	698	12:00	720	0.969	18.9	16.3 (19°Cの値)
4月	2.8	2013/4/1	6:21	18:46	12:25	745	12:00	720	1.035	21.4	18.4 (21°Cの値)
5月	3.7	2013/5/1	5:52	19:01	13:09	789	12:00	720	1.096	24.0	21.8 (24°Cの値)
6月	4.7	2013/6/1	5:37	19:17	13:40	820	12:00	720	1.139	26.8	25.8 (27°Cの値)
7月	5.3	2013/7/1	5:40	19:26	13:46	826	12:00	720	1.147	28.9	28.8 (29°Cの値)
8月	5.0	2013/8/1	5:55	19:16	13:21	801	12:00	720	1.113	28.7	28.8 (29°Cの値)
9月	4.2	2013/9/1	6:09	18:49	12:40	760	12:00	720	1.056	27.6	27.2 (28°Cの値)
10月	3.2	2013/10/1	6:21	18:16	11:55	715	12:00	720	0.993	25.2	23.1 (25°Cの値)
11月	2.4	2013/11/1	6:38	17:48	11:10	670	12:00	720	0.931	22.1	19.4 (22°Cの値)
12月	1.8	2013/12/1	6:59	17:37	10:38	638	12:00	720	0.886	18.7	16.3 (19°Cの値)
年	3.0	—	6:24	18:34	12:09	729	12:00	720	1.013	23.1	20.6 (23°Cの値)

日の出・日の入は2013年各月1日の時刻を用いた。