

建設研 都市河川研究室 正員 杉山勉
正員 山口高志

はじめに

雨水貯留一般については、本講演会別報に詳しいので割愛し、ここでは雨水貯留を実施した場合の効果について検討を加える。雨水貯留の効果を表現する方法は、①単純な流量減少効果、②河川改修との費用比較、さらに詳細に③実流域で、河川改修および雨水貯留の実施の可能性まで調査し、その範囲内で両者の最適な組合せを検討し、いわば総合治水の実施戦略を提案する手法、などが考えられる。われわれは、実際には以上の全部を実施する予定であるが、本論では、第一段階として①について検討したことを報告する。

検討手法

別表に示すように、流域面積 40 km^2 、流域幅 2 km 、流路延長 20 km の河川を想定し、 1 km^2 の単位排水区毎に、土地利用に応じた流出モデル、流域貯留は現地貯留を考えて降雨に直接適用させることとし、評価方法としては、河川沿い 20 km の間の流量統計形をもって判断することとした。またその適用は、不浸透域に限定し、その 60% (屋根)を主体とし、比較に 100% も適宜くわえた。

[降雨] 中央集中型、確率年30年、越境時間6 hr ($\Sigma t = 92 \text{ mm}$)

[現地貯留] $Q' = C_a \sqrt{2gR}$ $Q': \text{流出量} (\text{m}^3/\text{sec})$ $R: \text{貯留高}$
 $\therefore S = KQ^2$ (1) $K = \frac{Ar \cdot A}{25.92 \times 10^8 \times C_a^2 g}$

$S: \text{貯留量} (\text{mm})$ $Q: (\text{mm}/\text{hr})$ $Ar: \text{貯水池面積} (\text{m}^2)$ $A: \text{集水面積} (\text{km}^2)$

$\frac{dS}{dt} = I - Q$ (2) $I: \text{流入量} (\text{有効降雨}, \text{mm}/\text{hr})$

(1), (2)式により流出量を求める。

[単位排水区流出量] 開発前 貯留関数法 ($S = 4.0Q^{0.7}$, $f_1 = 0.7$, $T_E = 30 \text{ min}$, (南大沢試験地常数))

開発後 修正RRR法 ($S = 0.9Q^{0.7}$, 浸透能 = 10 mm/hr , 不浸透面積率 = 40%)

(このうち屋根 60% , 道路 40% , 浸透域 60%)

現地貯留適用面積 ①不浸透域の 60% (=全域換算 24% , 屋根)

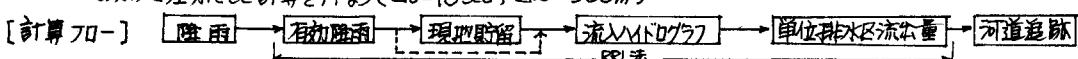
②不浸透域の 100% (=全域換算 40% , 屋根+道路)

[河道追跡] 河道延長 20 km , 粗度係数(n) = 0.025 , 河床勾配(S) = $1/500$, $q: \text{横流} (\text{単位排水区流出量})$

$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial Z} = q$ (3) $A: \text{流断面積}$ $U: \text{流速}$

$-S + \frac{\partial A}{\partial Z} + \frac{n^2 U^2}{R^2} = 0$ (4)

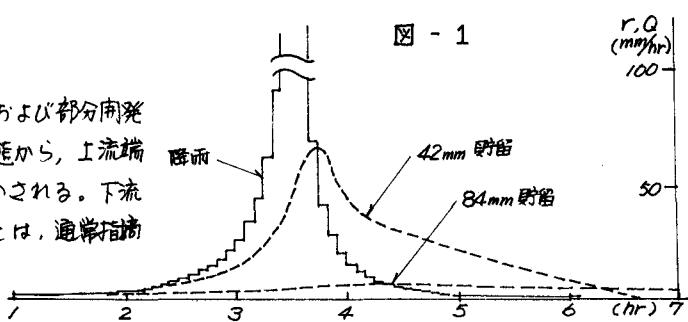
(3), (4)を差分化して計算を行なう ($\Delta t = 10 \text{ sec}$, $\Delta Z = 500 \text{ m}$)



検討結果

本題から外れるが、まず未開発、開発および部分開発の比較図を図-2に示す。全域未開発状態から、上流端 10 km^2 の影響がいかに大きいかにわざかされる。下流端のみ開発は逆にピーク流量を下げるることは、通常指摘されている通りである。

現地貯留量として一応 42 mm と



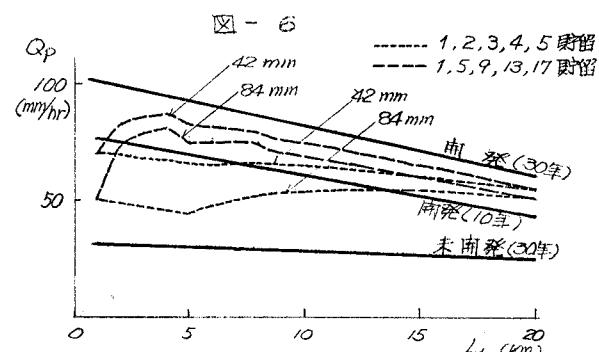
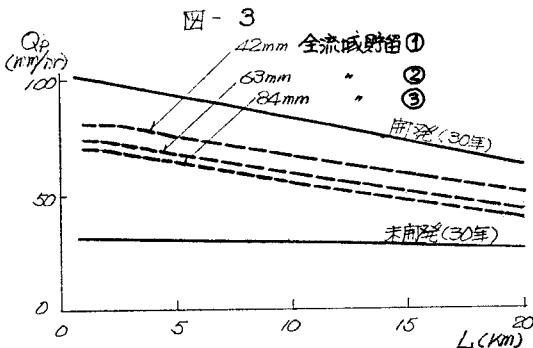
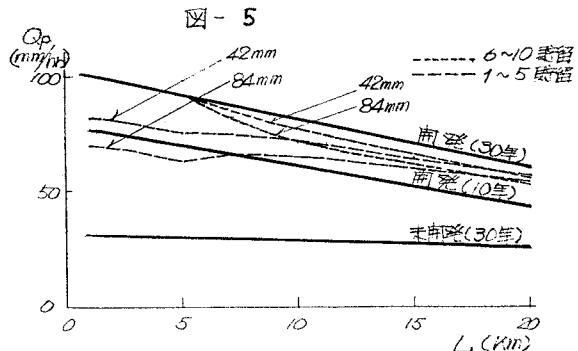
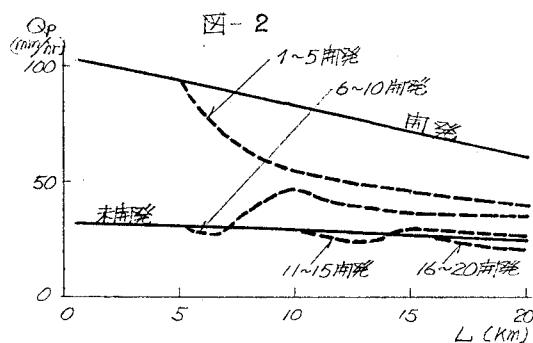
84mm(倍量)をえらび全流域に配置した場合の結果を図-3中の①③およびピーク減殺率を表-1に示す。これは24%の面積に適用して42mmで約20%,

84mmで35%程度の減殺率である。また63mm付近(②)から貯留の効果が落ちはじめる様子もわかる。また84mmは、總降雨量から見ても全量カットに近く、比較の対象としては、よくないのかもしれない(図-1参照)。全量カット

の特性は、20km下流端でのハイドログラフ(図-4)にもうかがえる。貯留配置による効果について、図-5, 6に示す。上流水配置するほど、この河川延長の範囲では、貯留がより有効なこと、流域に同量を均等に配置するのが意外に効果が小さいことを示す。また流域中间で貯留した6~10と、上流端の場合(1~5)の、下流端ハイドログラフの形状に及ぼした差はなかった。このほか、42mm(100%)と84mm(60%)すなわちカット方法の差はあまり認められなかつた。(図省略)

表-1 ピーク減殺率(%)

貯留量(mm)	50%		100%	
	10km	20km	10km	20km
42	20%	18	30	28
63	31	30	46	48
84	34	37	56	61



あとがき

一応結果として現在の貯留設置パターン(1)と(2)と(3)と(4)と(5)と(6)と(7)と(8)と(9)と(10)と(11)と(12)と(13)と(14)と(15)と(16)と(17)と(18)と(19)と(20)と(21)と(22)と(23)と(24)と(25)と(26)と(27)と(28)と(29)と(30)と(31)と(32)と(33)と(34)と(35)と(36)と(37)と(38)と(39)と(40)と(41)と(42)と(43)と(44)と(45)と(46)と(47)と(48)と(49)と(50)と(51)と(52)と(53)と(54)と(55)と(56)と(57)と(58)と(59)と(60)と(61)と(62)と(63)と(64)と(65)と(66)と(67)と(68)と(69)と(70)と(71)と(72)と(73)と(74)と(75)と(76)と(77)と(78)と(79)と(80)と(81)と(82)と(83)と(84)と(85)と(86)と(87)と(88)と(89)と(90)と(91)と(92)と(93)と(94)と(95)と(96)と(97)と(98)と(99)と(100)と(101)と(102)と(103)と(104)と(105)と(106)と(107)と(108)と(109)と(110)と(111)と(112)と(113)と(114)と(115)と(116)と(117)と(118)と(119)と(120)と(121)と(122)と(123)と(124)と(125)と(126)と(127)と(128)と(129)と(130)と(131)と(132)と(133)と(134)と(135)と(136)と(137)と(138)と(139)と(140)と(141)と(142)と(143)と(144)と(145)と(146)と(147)と(148)と(149)と(150)と(151)と(152)と(153)と(154)と(155)と(156)と(157)と(158)と(159)と(160)と(161)と(162)と(163)と(164)と(165)と(166)と(167)と(168)と(169)と(170)と(171)と(172)と(173)と(174)と(175)と(176)と(177)と(178)と(179)と(180)と(181)と(182)と(183)と(184)と(185)と(186)と(187)と(188)と(189)と(190)と(191)と(192)と(193)と(194)と(195)と(196)と(197)と(198)と(199)と(200)と(201)と(202)と(203)と(204)と(205)と(206)と(207)と(208)と(209)と(210)と(211)と(212)と(213)と(214)と(215)と(216)と(217)と(218)と(219)と(220)と(221)と(222)と(223)と(224)と(225)と(226)と(227)と(228)と(229)と(230)と(231)と(232)と(233)と(234)と(235)と(236)と(237)と(238)と(239)と(240)と(241)と(242)と(243)と(244)と(245)と(246)と(247)と(248)と(249)と(250)と(251)と(252)と(253)と(254)と(255)と(256)と(257)と(258)と(259)と(260)と(261)と(262)と(263)と(264)と(265)と(266)と(267)と(268)と(269)と(270)と(271)と(272)と(273)と(274)と(275)と(276)と(277)と(278)と(279)と(280)と(281)と(282)と(283)と(284)と(285)と(286)と(287)と(288)と(289)と(290)と(291)と(292)と(293)と(294)と(295)と(296)と(297)と(298)と(299)と(300)と(301)と(302)と(303)と(304)と(305)と(306)と(307)と(308)と(309)と(310)と(311)と(312)と(313)と(314)と(315)と(316)と(317)と(318)と(319)と(320)と(321)と(322)と(323)と(324)と(325)と(326)と(327)と(328)と(329)と(330)と(331)と(332)と(333)と(334)と(335)と(336)と(337)と(338)と(339)と(340)と(341)と(342)と(343)と(344)と(345)と(346)と(347)と(348)と(349)と(350)と(351)と(352)と(353)と(354)と(355)と(356)と(357)と(358)と(359)と(360)と(361)と(362)と(363)と(364)と(365)と(366)と(367)と(368)と(369)と(370)と(371)と(372)と(373)と(374)と(375)と(376)と(377)と(378)と(379)と(380)と(381)と(382)と(383)と(384)と(385)と(386)と(387)と(388)と(389)と(390)と(391)と(392)と(393)と(394)と(395)と(396)と(397)と(398)と(399)と(400)と(401)と(402)と(403)と(404)と(405)と(406)と(407)と(408)と(409)と(410)と(411)と(412)と(413)と(414)と(415)と(416)と(417)と(418)と(419)と(420)と(421)と(422)と(423)と(424)と(425)と(426)と(427)と(428)と(429)と(430)と(431)と(432)と(433)と(434)と(435)と(436)と(437)と(438)と(439)と(440)と(441)と(442)と(443)と(444)と(445)と(446)と(447)と(448)と(449)と(450)と(451)と(452)と(453)と(454)と(455)と(456)と(457)と(458)と(459)と(460)と(461)と(462)と(463)と(464)と(465)と(466)と(467)と(468)と(469)と(470)と(471)と(472)と(473)と(474)と(475)と(476)と(477)と(478)と(479)と(480)と(481)と(482)と(483)と(484)と(485)と(486)と(487)と(488)と(489)と(490)と(491)と(492)と(493)と(494)と(495)と(496)と(497)と(498)と(499)と(500)と(501)と(502)と(503)と(504)と(505)と(506)と(507)と(508)と(509)と(510)と(511)と(512)と(513)と(514)と(515)と(516)と(517)と(518)と(519)と(520)と(521)と(522)と(523)と(524)と(525)と(526)と(527)と(528)と(529)と(530)と(531)と(532)と(533)と(534)と(535)と(536)と(537)と(538)と(539)と(540)と(541)と(542)と(543)と(544)と(545)と(546)と(547)と(548)と(549)と(550)と(551)と(552)と(553)と(554)と(555)と(556)と(557)と(558)と(559)と(560)と(561)と(562)と(563)と(564)と(565)と(566)と(567)と(568)と(569)と(570)と(571)と(572)と(573)と(574)と(575)と(576)と(577)と(578)と(579)と(580)と(581)と(582)と(583)と(584)と(585)と(586)と(587)と(588)と(589)と(589)と(590)と(591)と(592)と(593)と(594)と(595)と(596)と(597)と(598)と(599)と(600)と(601)と(602)と(603)と(604)と(605)と(606)と(607)と(608)と(609)と(610)と(611)と(612)と(613)と(614)と(615)と(616)と(617)と(618)と(619)と(620)と(621)と(622)と(623)と(624)と(625)と(626)と(627)と(628)と(629)と(630)と(631)と(632)と(633)と(634)と(635)と(636)と(637)と(638)と(639)と(640)と(641)と(642)と(643)と(644)と(645)と(646)と(647)と(648)と(649)と(650)と(651)と(652)と(653)と(654)と(655)と(656)と(657)と(658)と(659)と(660)と(661)と(662)と(663)と(664)と(665)と(666)と(667)と(668)と(669)と(669)と(670)と(671)と(672)と(673)と(674)と(675)と(676)と(677)と(678)と(679)と(679)と(680)と(681)と(682)と(683)と(684)と(685)と(686)と(687)と(688)と(689)と(689)と(690)と(691)と(692)と(693)と(694)と(695)と(696)と(697)と(698)と(699)と(699)と(700)と(701)と(702)と(703)と(704)と(705)と(706)と(707)と(708)と(709)と(709)と(710)と(711)と(712)と(713)と(714)と(715)と(716)と(717)と(718)と(719)と(719)と(720)と(721)と(722)と(723)と(724)と(725)と(726)と(727)と(728)と(729)と(729)と(730)と(731)と(732)と(733)と(734)と(735)と(736)と(737)と(738)と(739)と(739)と(740)と(741)と(742)と(743)と(744)と(745)と(746)と(747)と(748)と(749)と(749)と(750)と(751)と(752)と(753)と(754)と(755)と(756)と(757)と(758)と(759)と(759)と(760)と(761)と(762)と(763)と(764)と(765)と(766)と(767)と(768)と(769)と(769)と(770)と(771)と(772)と(773)と(774)と(775)と(776)と(777)と(778)と(779)と(779)と(780)と(781)と(782)と(783)と(784)と(785)と(786)と(787)と(788)と(788)と(789)と(789)と(790)と(791)と(792)と(793)と(794)と(795)と(796)と(797)と(798)と(798)と(799)と(799)と(800)と(801)と(802)と(803)と(804)と(805)と(806)と(807)と(808)と(809)と(809)と(810)と(811)と(812)と(813)と(814)と(815)と(816)と(817)と(818)と(819)と(819)と(820)と(821)と(822)と(823)と(824)と(825)と(826)と(827)と(828)と(829)と(829)と(830)と(831)と(832)と(833)と(834)と(835)と(836)と(837)と(838)と(839)と(839)と(840)と(841)と(842)と(843)と(844)と(845)と(846)と(847)と(848)と(849)と(849)と(850)と(851)と(852)と(853)と(854)と(855)と(856)と(857)と(858)と(859)と(859)と(860)と(861)と(862)と(863)と(864)と(865)と(866)と(867)と(868)と(869)と(869)と(870)と(871)と(872)と(873)と(874)と(875)と(876)と(877)と(878)と(879)と(879)と(880)と(881)と(882)と(883)と(884)と(885)と(886)と(887)と(888)と(889)と(889)と(890)と(891)と(892)と(893)と(894)と(895)と(896)と(897)と(898)と(898)と(899)と(899)と(900)と(901)と(902)と(903)と(904)と(905)と(906)と(907)と(908)と(908)と(909)と(909)と(910)と(911)と(912)と(913)と(914)と(915)と(916)と(917)と(918)と(918)と(919)と(919)と(920)と(921)と(922)と(923)と(924)と(925)と(926)と(927)と(928)と(929)と(929)と(930)と(931)と(932)と(933)と(934)と(935)と(936)と(937)と(938)と(938)と(939)と(939)と(940)と(941)と(942)と(943)と(944)と(945)と(946)と(947)と(948)と(949)と(949)と(950)と(951)と(952)と(953)と(954)と(955)と(956)と(957)と(958)と(959)と(959)と(960)と(961)と(962)と(963)と(964)と(965)と(966)と(967)と(968)と(969)と(969)と(970)と(971)と(972)と(973)と(974)と(975)と(976)と(977)と(978)と(979)と(979)と(980)と(981)と(982)と(983)と(984)と(985)と(986)と(987)と(988)と(988)と(989)と(989)と(990)と(991)と(992)と(993)と(994)と(995)と(996)と(997)と(998)と(999)と(999)と(1000)と(1000)と(1001)と(1002)と(1003)と(1004)と(1005)と(1006)と(1007)と(1008)と(1009)と(1009)と(1010)と(1011)と(1012)と(1013)と(1014)と(1015)と(1016)と(1017)と(1018)と(1019)と(1019)と(1020)と(1021)と(1022)と(1023)と(1024)と(1025)と(1026)と(1027)と(1028)と(1029)と(1029)と(1030)と(1031)と(1032)と(1033)と(1034)と(1035)と(1036)と(1037)と(1038)と(1038)と(1039)と(1039)と(1040)と(1041)と(1042)と(1043)と(1044)と(1045)と(1046)と(1047)と(1048)と(1048)と(1049)と(1049)と(1050)と(1051)と(1052)と(1053)と(1054)と(1055)と(1056)と(1057)と(1058)と(1059)と(1059)と(1060)と(1061)と(1062)と(1063)と(1064)と(1065)と(1066)と(1067)と(1068)と(1069)と(1069)と(1070)と(1071)と(1072)と(1073)と(1074)と(1075)と(1076)と(1077)と(1078)と(1079)と(1079)と(1080)と(1081)と(1082)と(1083)と(1084)と(1085)と(1086)と(1087)と(1088)と(1088)と(1089)と(1089)と(1090)と(1091)と(1092)と(1093)と(1094)と(1095)と(1096)と(1097)と(1097)と(1098)と(1098)と(1099)と(1099)と(1100)と(1101)と(1102)と(1103)と(1104)と(1105)と(1106)と(1107)と(1108)と(1108)と(1109)と(1109)と(1110)と(1111)と(1112)と(1113)と(1114)と(1115)と(1116)と(1117)と(1118)と(1118)と(1119)と(1119)と(1120)と(1121)と(1122)と(1123)と(1124)と(1125)と(1126)と(1127)と(1128)と(1128)と(1129)と(1129)と(1130)と(1131)と(1132)と(1133)と(1134)と(1135)と(1136)と(1137)と(1138)と(1138)と(1139)と(1139)と(1140)と(1141)と(1142)と(1143)と(1144)と(1145)と(1146)と(1147)と(1148)と(1148)と(1149)と(1149)と(1150)と(1151)と(1152)と(1153)と(1154)と(1155)と(1156)と(1157)と(1158)と(1159)と(1159)と(1160)と(1161)と(1162)と(1163)と(1164)と(1165)と(1166)と(1167)と(1168)と(1169)と(1169)と(1170)と(1171)と(1172)と(1173)と(1174)と(1175)と(1176)と(1177)と(1178)と(1179)と(1179)と(1180)と(1181)と(1182)と(1183)と(1184)と(1185)と(1186)と(1187)と(1187)と(1188)と(1188)と(1189)と(1189)と(1190)と(1191)と(1192)と(1193)と(1194)と(1195)と(1196)と(1196)と(1197)と(1197)と(1198)と(1198)と(1199)と(1199)と(1200)と(1201)と(1202)と(1203)と(1204)と(1205)と(1206)と(1207)と(1207)と(1208)と(1208)と(1209)と(1209)と(1210)と(1211)と(1212)と(1213)と(1214)と(1215)と(1215)と(1216)と(1216)と(1217)と(1217)と(1218)と(1218)と(1219)と(1219)と(1220)と(1220)と(1221)と(1221)と(1222)と(1222)と(1223)と(1223)と(1224)と(1224)と(1225)と(1225)と(1226)と(1226)と(1227)と(1227)と(1228)と(1228)と(1229)と(1229)と(1230)と(1230)と(1231)と(1231)と(1232)と(1232)と(1233)と(1233)と(1234)と(1234)と(1235)と(1235)と(1236)と(1236)と(1237)と(1237)と(1238)と(1238)と(1239)と(1239)と(1240)と(1240)と(1241)と(1241)と(1242)と(1242)と(1243)と(1243)と(1244)と(1244)と(1245)と(1245)と(1246)と(1246)と(1247)と(1247)と(1248)と(1248)と(1249)と(1249)と(1250)と(1250)と(1251)と(1251)と(1252)と(1252)と(1253)と(1253)と(1254)と(1254)と(1255)と(1255)と(1256)と(1256)と(1257)と(1257)と(1258)と(1258)と(1259)と(1259)と(1260)と(1260)と(1261)と(1261)と(1262)と(1262)と(1263)と(1263)と(1264)と(1264)と(1265)と(1265)と(1266)と(1266)と(1267)と(1267)と(1268)と(1268)と(1269)と(1269)と(1270)と(1270)と(1271)と(1271)と(1272)と(1272)と(1273)と(1273)と(1274)と(1274)と(1275)と(1275)と(1276)と(1276)と(1277)と(1277)と(1278)と(1278)と(1279)と(1279)と(1280)と(1280)と(1281)と(1281)と(1282)と(1282)と(1283)と(1283)と(1284)と(1284)と(1285)と(1285)と(1286)と(1286)と(1287)と(1287)と(1288)と(1288)と(1289)と(1289)と(1290)と(1290)と(1291)と(1291)と(1292)と(1292)と(1293)と(1293)と(1294)と(1294)と(1295)と(1295)と(1296)と(1296)と(1297)と(1297)と(1298)と(1298)と(1299)と(1299)と(1300)と(1300)と(1301)と(1301)と(1302)と(1302)と(1303)と(1303)と(1304)と(1304)と(1305)と(1305)と(1306)と(1306)と(1307)と(1307)と(1308)と(1308)と(1309)と(1309)と(1310)と(1310)と(1311)と(1311)と(1312)と(1312)と(1313)と(1313)と(1314)と(1314)と(1315)と(1315)と(1316)と(1316)と(1317)と(1317)と(1318)と(1318)と(1319)と(1319)と(1320)と(13