

高原地域での内水氾濫を考慮した戦略的な EbA 導入策に関する基礎的研究 ～那須塩原市をケーススタディとして～

宇都宮大学 学生会員 ○高林優美
宇都宮大学 正会員 池田裕一
宇都宮大学 正会員 飯村耕介

1.はじめに

近年、気候変動による水害の激甚化・頻発化が課題となっており、もはや河道だけでなく、堤内地の整備をも含めた流域治水による適応が求められている。その際、グリーンインフラを包含する EbA (Ecosystem-based Adaptation) の導入は、自然環境が有する多様な機能を積極的に活用することで、地域の居住環境の向上や防災・減災等について多様な効果が期待できるものとして注目されている。ただし、地域に面的に導入する施策が多いので、地域住民に広く合意形成を図る必要があり、EbA 導入に際しては、住民に分かりやすい進め方が必要となるだろう。

これについて、対象地域をいくつかの地区に分け、災害リスクと緑地環境を数値化してゾーニングし、GIS 上で可視化した例¹⁾があり、地域全体を俯瞰して戦略的に EbA 導入を検討できることを示している。ただし、この事例は、汎用的な手法とするために、行政により作成されたオープンデータのみを用いることにしており、未整備なデータ、特に最近重要視されてきた内水氾濫について考慮できないでいる。

そこで本研究では、フリーで簡易な氾濫解析ソフトウェアを用いて内水氾濫シミュレーションを実施し、これを災害リスク評価に含めることで、より現実的な EbA 導入策を検討することにする。

2.対象地域及び解析方法

調査対象地域は、那須塩原市(図-1)で、面積 592.74km²、人口 115,511 人(2021 年 4 月 1 日現在)、栃木県の北部に位置し、山間地と平野部を同程度含んでいる。EbA 導入策を検討するにあたり、市域を標準地域メッシュで区切り、災害リスク及び EbA ポテンシャルを評価することにする。標準地域メッシュは、緯度 30 秒、経度 45 秒で区切ったメッシュ(面積約 1.291km²)で、行政機関により様々なオープンデータが整備されている。本研究では、災害リスクの評価指標には、メッシュごとの河川氾濫および内水氾濫による浸水想定区域の面積率を用いる。前者については、国土数値情報に「浸水想定区域」として、想定最大規模降雨に対する河川氾濫解析の結果が提供されている。後者については、まだデータが提供されていないので、自分で解析する必要がある。本研究では、国内でよく普及している iRIC の Nays2D Flood ソルバー²⁾を使用して内水氾濫解析を行った。このソフトウェアはフリーで扱いも平易であり、国土数値情報の標高データを活用した解析が可能

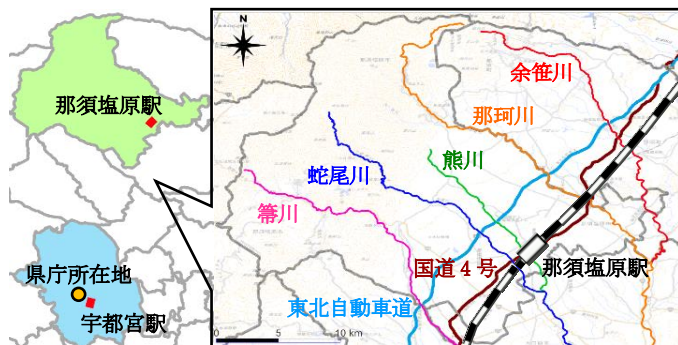


図-1 調査対象地域

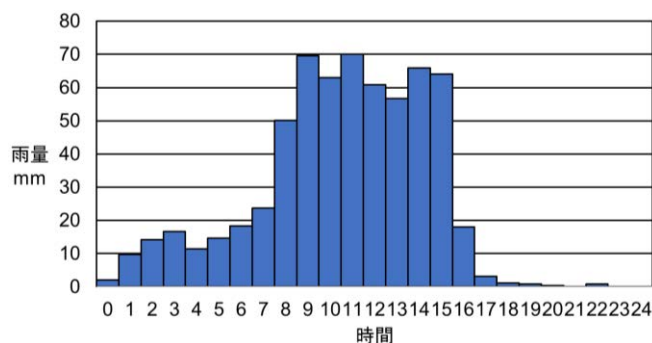


図-2 内水氾濫予測に用いたハイトグラフ

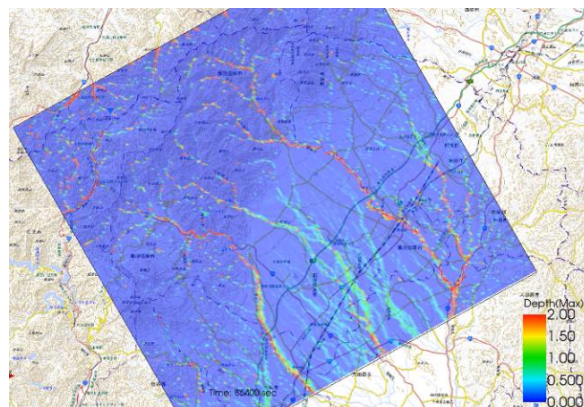


図-3 最大浸水深コンター図

である。解析に用いる雨量時系列は、令和元年東日本台風のものをも想定最大規模降雨量まで引き伸ばしたものとした(図-2)。解析結果をもとに、浸水深 20 cm 以上を浸水域とし、メッシュごとの浸水面積率を算出した。これを災害リスクの評価指標とした。

また、EbA ポテンシャルの評価指標として、国土数値情報³⁾の土地利用データからメッシュごとの緑地面積率を算出した。さらに森林範囲の経年変化と空中写真とから森林荒廃領域を調査することにした。

キーワード 気候変動, EbA, 合意形成, 内水氾濫, グリーンインフラ

連絡先 〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東 7-1-2 宇都宮大学 TEL: 028-689-6214 E-mail: r189328@cc.utsunomiya-u.ac.jp

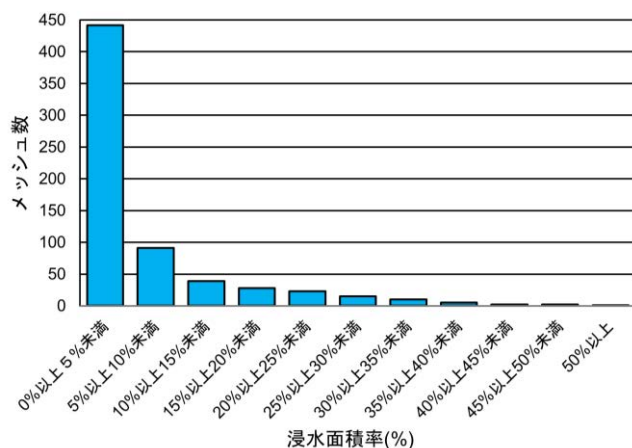


図-4 標準地域メッシュ浸水面積率の度数分布

表-1 ゾーニングに使用するタイプ分類
(数字は該当するメッシュ数)

区分		災害リスク	
		大	小
緑地	大	ゾーン 1(60)	ゾーン 2(381)
	小	ゾーン 3(133)	ゾーン 4(84)

3.解析結果及び考察

図-3 に内水氾濫の解析結果を示す。那須塩原市の標高は、北西側が山間部、南東側が平野部で、市域内で標高差がある。これを見ると内水は、標高の高低差で北西から南東に向かって流れた。最大浸水深が、河川沿いを中心に高い数値を示したが、平野部の市街地では、浸水範囲が、山間部より広がっていることが分かる。国土数値情報が示す河川からの氾濫による浸水想定区域が河川のごく周辺にとどまっているのに対して、内水による浸水範囲が、河川からの氾濫よりも広がっている。内水氾濫解析は、河川からの氾濫による浸水想定区域にはない新たな浸水区域が可視化でき、防災上の重要な指標となる。

図-4 に氾濫解析結果から、各標準地域メッシュあたりの浸水域を百分率で表した浸水面積率を示す。浸水面積率の平均は、5.8%、最大は、52.4%であった。これを見ると平均 5.8%ではあるが、それ以上に大きな値が広く分布していることが分かる。

図-5 に各標準地域メッシュあたりの緑地面積を百分率で表した緑地面積率を示す。緑地面積率の平均は、67.8%であった。これを見ると緑地面積率の平均は比較的高い値を示した一方で、平均よりも小さい値が広く分布していることが分かる。

そして、表-1 に災害リスクの評価指標である浸水面積率及び EbA ポテンシャルの評価指標である緑地面積率を用いて、それぞれの数値の平均との大小に応じて 4 タイプに分けたメッシュごとのゾーニングを示す。図-6 にその結果を示す。また、表-1 に各ゾーンに該当するメッシュの個数も示す。

図-6 を見ると、「災害リスク大、緑地小」のゾーン 3 が平野部の市街地及び河川周辺地域に多く分布していることが分かる。ゾーン 3 では、そのメッシュの中だけで EbA を整備しても、大きな治水効果を得ることは困

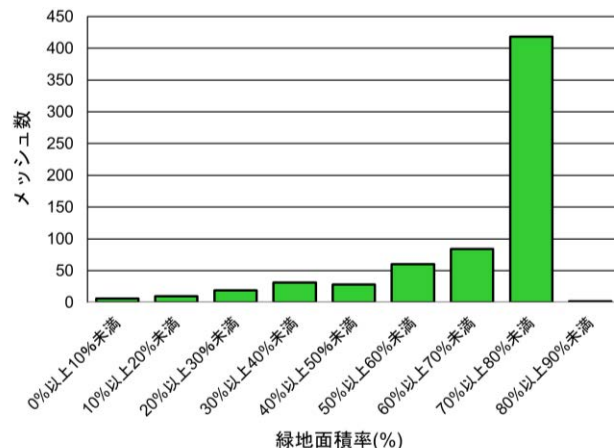


図-5 標準地域メッシュ緑地面積率の度数分布

1	40	78	119	157	198	250	310	312	382	389	430	480	506	427	526	426	464	466	782	783	800	860	860	887	916	1014	1044	1093	1102	1112	1201	1280	
2	41	65	119	158	187	236	270	314	312	382	389	430	480	506	427	526	426	464	466	782	783	800	860	860	887	916	1014	1044	1093	1102	1112	1201	1280
3	42	81	120	159	188	237	271	315	313	383	390	431	481	507	428	527	427	465	467	783	784	801	861	861	888	917	1015	1045	1094	1103	1113	1202	1281
4	43	82	121	160	189	238	272	316	314	384	391	432	482	508	429	510	428	466	468	784	785	802	862	862	889	918	1016	1046	1095	1104	1114	1203	1282
5	44	83	122	161	190	239	273	317	315	385	392	433	483	509	430	511	429	467	469	785	786	803	863	863	890	919	1017	1047	1096	1105	1115	1204	1283
6	45	84	123	162	191	240	274	318	316	386	393	434	484	510	431	512	430	468	470	786	787	804	864	864	891	920	1018	1048	1097	1106	1116	1205	1284
7	46	85	124	163	192	241	275	319	317	387	394	435	485	511	432	513	431	469	471	787	788	805	865	865	892	921	1019	1049	1098	1107	1117	1206	1285
8	47	86	125	164	193	242	276	320	318	388	395	436	486	512	433	514	432	470	472	788	789	806	866	866	893	922	1020	1050	1099	1108	1118	1207	1286
9	48	87	126	165	194	243	277	321	319	389	396	437	487	513	434	515	433	471	473	789	790	807	867	867	894	923	1021	1051	1100	1109	1119	1208	1287
10	49	88	127	166	195	244	278	322	320	390	397	438	488	514	435	516	434	472	474	790	791	808	868	868	895	924	1022	1052	1101	1110	1120	1209	1288
11	50	89	128	167	196	245	279	323	321	391	398	439	489	515	436	517	435	473	475	791	792	809	869	869	896	925	1023	1053	1102	1111	1121	1210	1289
12	51	90	129	168	197	246	280	324	322	392	399	440	490	516	437	518	436	474	476	792	793	810	870	870	897	926	1024	1054	1103	1112	1122	1211	1290
13	52	91	130	169	198	247	281	325	323	393	400	441	491	517	438	519	437	475	477	793	794	811	871	871	898	927	1025	1055	1104	1113	1123	1212	1291
14	53	92	131	170	199	248	282	326	324	394	401	442	492	518	439	520	438	476	478	794	795	812	872	872	899	928	1026	1056	1105	1114	1124	1213	1292
15	54	93	132	171	200	249	283	327	325	395	402	443	493	519	440	521	439	477	479	795	796	813	873	873	900	929	1027	1057	1106	1115	1125	1214	1293
16	55	94	133	172	201	250	284	328	326	396	403	444	494	520	441	522	440	478	480	796	797	814	874	874	901	930	1028	1058	1107	1116	1126	1215	1294
17	56	95	134	173	202	251	285	329	327	397	404	445	495	521	442	523	441	479	481	797	798	815	875	875	902	931	1029	1059	1108	1117	1127	1216	1295
18	57	96	135	174	203	252	286	330	328	398	405	446	496	522	443	524	442	480	482	798	799	816	876	876	903	932	1030	1060	1109	1118	1128	1217	1296
19	58	97	136	175	204	253	287	331	329	399	406	447	497	523	444	525	443	481	483	799	800	817	877	877	904	933	1031	1061	1110	1119	1129	1218	1297
20	59	98	137	176	205	254	288	332	330	400	407	448	498	524	445	526	444	482	484	800	801	818	878	878	905	934	1032	1062	1111	1120	1130	1219	1298
21	60	99	138	177	206	255	289	333	331	401	408	449	499	525	446	527	445	483	485	801	802	819	879	879	906	935	1033	1063	1112	1121	1131	1220	1299
22	61	100	139	178	207	256	290	334	332	402	409	450	500	526	447	528	446	484	486	802	803	820	880	880	907	936	1034	1064	1113	1122	1132	1221	1300
23	62	101	140	179	208	257	291	335	333	403	410	451	501	527	448	529	447	485	487	803	804	821	881	881	908	937	1035	1065	1114	1123	1133	1222	1301
24	63	102	141	180	209	258	292	336	334	404	411	452	502	528	449	530	448	486	488	804	805	822	882	882	909	938	1036	1066	1115	1124	1134	1223	1302
25	64	103	142	181	210	259	293	337	335	405	412	453	503	529	450	531	449	487	489	805	806	823	883	883	910	939	1037	1067	1116	1125	1135	1224	1303
26	65	104	143	182	211	260	294	338	336	406	413	454	504	530	451	532	450	488	490	806	807	824	884	884	911	940	1038	1068	1117	1126	1136	1225	1304
27	66	105	144	183	212	261	295	339	337	407	414	455	505	531	452	533	451	489	491	807	808	825	885	885	912	941	1039	1069	1118	1127	1137	1226	1305
28	67	106	145	184	213	262	296	340	338	408	415	456	506	532	453	534	452	490	492	808	809	826	886	886	913	942	1040	1070	1119	1128	1138	1227	1306
29	68	107	146	185	214	263	297	341	339	409	416	457	507	533	454	535	453	491	493	809	810	827	887	887	914	943	1041	1071	1120	1129	1139	1228	1307
30	69	108	147	186	215	264	298	342	340	410	417	458	508	534	455	536	454	492	494	810	811	828	888	888	915	944	1042	1072	1121	1130	1140	1229	1308
31	70	109	148	187	216	265	299	343	341	411	418	459	509	535	456	537	455	493	495	811	812	829	889	889	916	945	1043	1073	1122	1131	1141	1230	1309
32	71	110	149	188	217	266	300	344	342	412	419	460	510	536	457	538	456	494	496	812	813	830	890	890	917	946	1044	1074	1123	1132	1142	1231	1310
33	72	111	150	189	218	267	301	345	343	413	420	461	511	537	458	539	457	495	497	813	814	831	891	891	918	947	1045	1075	1124	1133	1143	1232	1311
34	73	112	151	190	219	268	302	346	344	414	421	462	512	538	459	540	458	496	498	814	815	832	892	892	919	948	1046	1076	1125	1134	1144	1233	1312
35	74	113	152	191	220	269	303	347	345	415	422	463	513	539	460	541	459	497	499	815	816	833	893	893	920	949	1047	1077	1126	1135	1145	1234	1313
36	75	114	153	192	221	270	304	348	346	416	423	464	514	540	461	542	460	498	500	816	817	834	894	894	921	950	1048	1078	1127	1136	1146	1235	1314
37	76	115	154	193	222	271	305	349	347	417	424	465	515	541	462	543	461	499	501	817	818	835	895	895	922	951	1049	1079	1128	1137	1147	1236	1315
38	77	116	155	194	223	272	306	350	348	418	425	466	516	542	463	544	462	500	502	818	819	836	896	896	923	952	1050	1080	1129	1138	1148	1237	1316
39	78	117	156	195	224	273	307	351	349	419	426	467	517	543	464	545	463	501	503	819	820	837	897	897	924	953	1051	1081	1130	1139	1149	1238	1317
40	79	118	157	196	225	274	308	352	350	420	427	468	518	544	465	546	464	502	504	820	821	838	898	898	925	954	1052	1082	1131	1140	1150	1239	1318